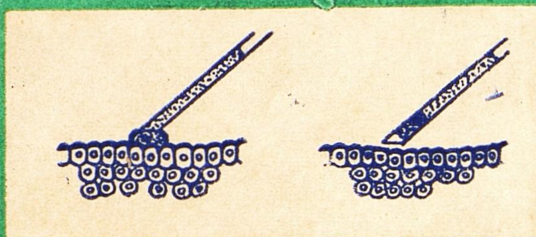
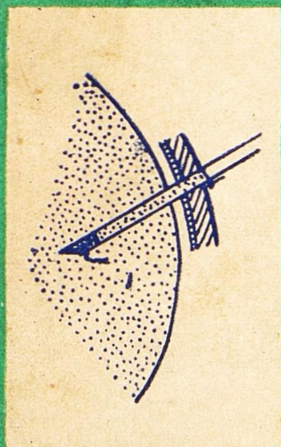
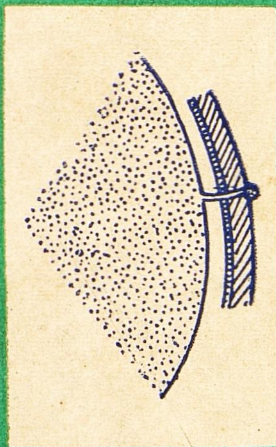
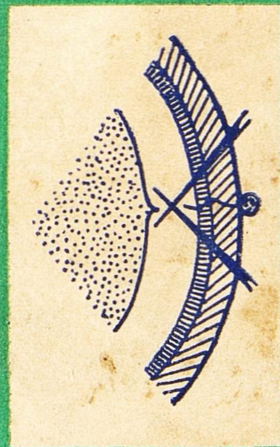
ஆய்வுக் கருவியல்

(EXPERIMENTAL EMBRYOLOGY)









சு. இருங்கோவேள் பிள்ளை



தமிழ்நாட்டுப் பாடநூல் நிறுவனம்

த. பா. நி. (க. வெ.) வரிசை எண் — 602

ஆய்வுக் கருவியல்

ஆசிரியர்
சு. இருங்கோவேள் பிள்ளை, எம்.எஸ்ஸி.,
துணைப் பேராசிரியர்,
விலங்கியல் துறை,
அரசினர் கலைக் கல்லூரி,
கோயம்புத்தூர்.



தமிழ்நாட்டுப் பாடநூல் நிறுவனம்

First Edition–January, 1975

T.N.T.B.S. (C P.) No. 602

EXPERIMENTAL EMBRYOLOGY

S. IRUNGOLA PILLAI

Price Rs. 12-95

Published by the Tamilnadu Textbook Society under the Centrally Sponsored Scheme of Production of books and literature in regional languages at the University level, of the Government of India in the Ministry of Education and Social Welfare (Department of Culture), New Delhi.

Printed by
BHARANI PRESS,
11, Venkatathiri Naicken Street,
Kuyappettai, Madras-12.

அணிந்துரை

திரு. இரா. நெடுஞ்செழியன்
(தமிழகக் கல்வி அமைச்சர்)

தமிழைக் கல்லூரிக் கல்வி மொழியாக ஆக்கிப் பதினான்காண்டுகள் ஆகிவிட்டன. குறிப்பிட்ட சில கல்லூரிகளில் பி.ஏ. வகுப்பு மாணவர்கள் தங்கள் பாடங்கள் அனைத்தையும் தமிழிலேயே கற்று வந்தனர். 1968ஆம் ஆண்டின் தொடக்கத்தில் புகுமுக வகுப்பிலும் (P.U C.), 1969ஆம் ஆண்டிலிருந்து பட்டப் படிப்பு வகுப்புகளிலும் அறிவியல் பாடங்களையும் தமிழிலேயே கற்பிக்க ஏற்பாடு செய்துள்ளோம். தமிழிலேயே கற்பிப்போம் என முன்வந்துள்ள கல்லூரி ஆசிரியர்களின் ஊக்கம், பிற பல துறைகளிலும் தொண்டு செய்வோர் இதற்கெனத் தந்த உழைப்பு, தங்கள் சிறப்புத் துறைகளில் நூல்கள் எழுதித் தர முன்வந்த நூலாசிரியர்கள் தொண்டுணர்ச்சி இவற்றின் காரணமாக இத் திட்டம் நம்மிடையே மகிழ்ச்சியும் மன நிறைவும் தரத்தக்க வகையில் நடைபெற்று வருகிறது. இவ் வகையில், கல்லூரிப் பேராசிரியர்கள் கலை, அறிவியல் பாடங்களை மாணவர்க்குத் தமிழிலேயே பயிற்றுவிப்பதற்குத் தேவையான பயிற்சியைப் பெறுவதற்கு மதுரைப் பல்கலைக்கழகம் ஆண்டுதோறும் எடுத்துவரும் பெருமுயற்சியைக் குறிப்பிட்டுச் சொல்லவேண்டும்.

பல துறைகளில் பணிபுரியும் பேராசிரியர்கள் எத்தனையோ நெருக்கடிகளுக்கிடையே குறுகிய காலத்தில் அரிய முறையில் நூல்கள் எழுதித் தந்துள்ளார்.

வரலாறு, அரசியல், உளவியல், பொருளாதாரம், தத்துவம், புவியியல், புவியமைப்பியல், மனையியல், கணிதம், இயற்பியல், வேதியியல், உயிரியல், வானியல், புள்ளியியல், விலங்கியல், தாவரவியல், பொறியியல் ஆகிய எல்லாத் துறைகளிலும் தனி நூல்கள், மொழிபெயர்ப்பு நூல்கள் என்ற இரு வகையிலும் தமிழ்நாட்டுப் பாடநூல் நிறுவனம் வெளியிட்டுவருகிறது.

இவற்றுள் ஒன்றான ஆய்வுக் கருவியல் என்ற இந் நூல் தமிழ் நாட்டுப் பாடநூல் நிறுவனத்தின் 602ஆவது வெளியீடாகும். கல்லூரித் தமிழ்க் குழுவின் சார்பில் வெளியான 35 நூல்களையும் சேர்த்து இதுவரை 637 நூல்கள் வெளிவந்துள்ளன. இந் நூல் மைய அரசு கல்வி, சமூக நல அமைச்சகத்தின் மாநில மொழியில் பல்கலைக்கழக நூல்கள் வெளியிடும் திட்டத்தின்கீழ் வெளியிடப் படுகிறது.

உழைப்பின் வாரா உறுதிகள் இல்லை; ஆதலின், உழைத்து வெற்றி காண்போம். தமிழைப் பயிலும் மாணவர்கள் உலக மாணவர்களிடையே சிறந்த இடம் பெறவேண்டும். அதுவே தமிழன்னையின் குறிக்கோளுமாகும். தமிழ்நாட்டுப் பல்கலைக் கழகங்களின் பல்வகை உதவிகளுக்கும் ஒத்துழைப்புக்கும் நம் மனங்கலந்த நன்றி உரியதாகுக.

இரா. நெடுஞ்செழியன்

பொருளடக்கம்

1. வளர்ச்சியின் தொடக்கம்

(Beginning of Development

பால் இனப்பெருக்கம் பலசெல் விலங்குகளில் நடைபெறுகின்றது. முழு வளர்ச்சியடைந்த பால்வழி இனப்பெருக்கம் செய்யும் விலங்குகள் இரண்டு வகையான இனச் செல்களை (gamets) உற்பத்தி செய்கின்றன. ஆண் விலங்கு ஆண் இனச் செல்களையும், பெண் விலங்கு அண்டச் செல்களையும் உற்பத்தியாக்குகின்றன. சில விலங்குகள் இரண்டு இனச் செல்களையும் உற்பத்தி செய்கின்றன. இவ்விரு வகைகளும் பெண் இனச் செல் அல்லது அண்டம் என்றும், ஆண் இனச்செல் அல்லது விந்தணு என்றும் அறியப்படும். ஒவ்வோர் அண்டமும் விந்தணுவுடன் ஒன்றறக் கலப்பதற்குக் கருவுறுதல் (fertilization) என்று பெயர். கருவுற்ற அண்டம் அல்லது சைகோட் (zygote) ஒரு புதிய உயிரியாக வளர்கிறது.

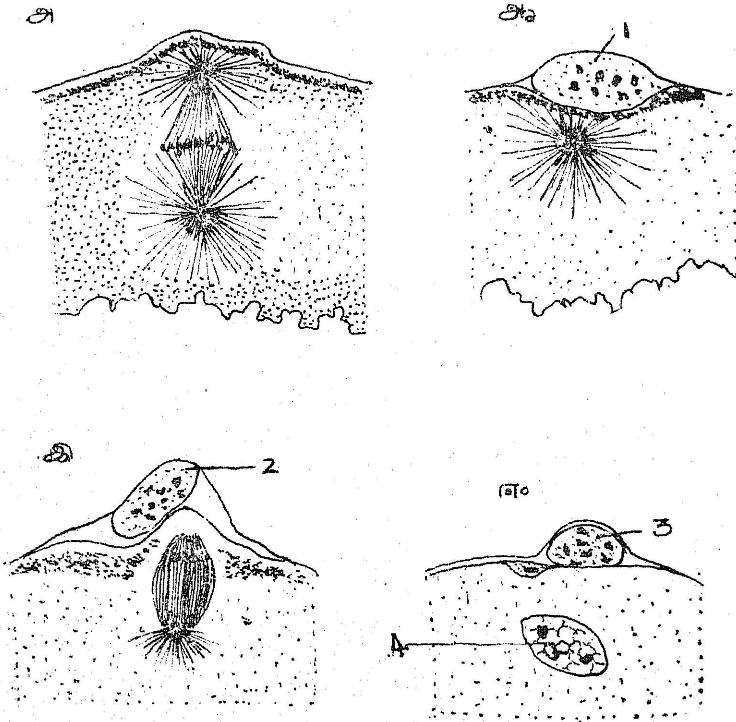
அண்டம் உருவத்தில் பெரியது. அண்டத்தில் மிகுதியான புரோட்டோபிளாசமும், பெரிய உட்கருவும் (nucleus) காணப்படும். இந்த உட்கருவை மூல இனச்செல் பை (germinal vesicle) என்று கூறுவர். புரோட்டோபிளாசத்தில் கரு வளர்வதற்குத் தேவைப்படும் உணவுப் பொருள்கள் சேமித்துவைக்கப்பட்டிருக்கின்றன. இந்த உணவில் புரோட்டீன் அல்லது புரதமும் கொழுப்பும் அதிகமாகக் காணப்படுகின்றன. இதை யோக் (yolk) என்று அழைக்கிறார்கள். இந்த உணவுப் பொருள்கள், கரு வளர்ச்சிக்குத் தேவைப்படுகின்ற சக்தியைக் கொடுக்கின்றன. இந் நிலைமையில் வளர்கரு சூழ்நிலையிலிருந்து உணவையோ சக்தியையோ பெறமுடியாமையால், சேமித்து வைக்கப்பட்டிருக்கும் உணவையும் சக்தியையும் பெரிதும் சார்ந்திருக்கிறது. அண்டம், அண்டச்சுரப்பியில் காணப்படும் சின்னஞ்சிறு அண்ட மூலச் செல்களிலிருந்து (oogonia) தோன்றுகிறது. அவைகளில் யோக் அல்லது மஞ்சட்கரு அதிகமாக நிறைக்கப்படுவதால் உருவத்தில்

பெருத்து, நன்முக முதிர்ச்சி பெருத அண்டச் செல்களாக அல்லது ஊசைட்டுகளாக (oocyte) வளர்கின்றன.

விந்தணுக்களை அண்டங்களோடு ஒப்பிடும்பொழுது விந்தணுக்கள் மிகமிகச் சிறியவை. விந்தணுக்களில் மஞ்சட்கரு அல்லது யோக் காணப்படுவதில்லை. அண்டம் அசையும் தன்மையற்றது. விந்தணுக்கள் இடப்பெயர்ச்சியுறும் சக்தியைப் பெற்றுள்ளன. இடப்பெயர்ச்சியுறும் பண்பினுல் விந்தணுக்கள் அண்டங்களை நோக்கிச் சென்று, அண்டத்தினுள் ஊடுருவிச் சென்று, கருத்தரித்தல் நடைபெறச் செய்கின்றன. விந்தணுக்களின் அமைப்பு, வடிவம் வெவ்வேறு இனங்களைச் சார்ந்த விலங்குகளில் மாறுபடும். ஆனுல், ஒவ்வொரு விந்தணுவிலும், உட்கருவை உள்ளடக்கிய தலை, நடுப்பகுதி, அசைவுறும் வால் என்ற மூன்று பொதுவான பகுதிகளைக் காணலாம். வாலின் வளைவு அசைவால் விந்தணு நீந்துகிறது.

எல்லா விலங்குகளின் செல்களிலும் காணப்படும் உட்கருவில், நிறமேற்கக்கூடிய துகள்கள் காணப்படுகின்றன. இவைகளுக்கு குரோமோசோம்கள் (chromosomes) என்று பெயர். இவை ஒவ்வொரு முறையும் உட்கரு பிரியும்பொழுது நன்முகப் புலப்படும். ஒவ்வோர் இனத்திலும் குரோமோசோம்களின் எண்ணிக்கை நிலையானது. கருவுறுதலில் அண்டத்தின் உட்கருவும் விந்தணுவின் உட்கருவும் ஒன்முக இணைகின்றன. இதற்கு ஆம்ஃபிமிக்சிஸ் (amphimixis) என்று பெயர். இதனுல் குரோமோசோம்களின் எண்ணிக்கை இரட்டிப்பாகிறது. இந் நிலை ஒவ்வொரு பால்வழி இனப்பெருக்க விலங்குகளிலும் நடைபெறுகிறது. ஆனுல், இந்த இளம் உயிரிகள் முதிர்ச்சியடைந்து இனச் செல்களைத் தோற்றுவிக்கும்பொழுது குரோமோசோம்களின் எண்ணிக்கை பாதியாகக் குறைக்கப்படுகின்றன. இதற்குக் குன்றல் பிரிவு (reduction division) என்று பெயர். ஆண் விலங்குகளில் இந்தக் குன்றல் பிரிவு விந்தணுச் செல்களில் அல்லது ஸ்பர்மெட்டோசைட்டில் (spermatocyte) நடைபெறுகிறது. இதிலிருந்து நான்கு விந்தணுச் செல்கள் அல்லது ஸ்பர்மேட்டிடுகள் தோன்றி, முடிவில் விந்தணுக்களாக மாறுகின்றன. அண்டத்தில் குன்றல் பிரிவு வேறு முறையில் நடைபெறுகிறது. இதை முதிர்தல் (maturation) என்று கூறலாம். ஊசைட்டின் அல்லது அண்ட மூலச் செல்களின் உட்கரு மேற்பக்க, வெளிப்பக்கத்தை நோக்கி நகர்கிறது. உட்கருவின் சவ்வு மறைகிறது. மறைமுகப் பிரிவின் மைட்டாட்டிக் கதிரமைப்புத் தோன்றுகிறது. இதுசமயம் குரோமோசோம்கள் ஒவ்வொன்றும் தன்னைப்போன்று பிரிதொன்றைத் தோற்றுவிக்கின்றன. இந்த இரட்டைக் குரோமோ

சோம்கள் சோடியாக அமைகின்றன. இவற்றை நான்கிணைகள் (tetrads) என்று அழைக்கிறார்கள். இவை கதிரமைப்பின் நடுவில் காணப்படும். நான்கிணையின் ஒவ்வொரு பாதியும் எதிரெதிர் முனைகளை நோக்கி நகர்கின்றன (படம் 1 அ). இதோடு ஓரளவு புரோட்டோபிளாசமும் வெளியேற்றப்படுகிறது. இதற்கு முதல் துருவக் கோளம் (first polar body) என்று பெயர் (படம் 1 ஆ).



படம் 1.

முள்தோலியின் பூப்புப் பிளவுகள்

அ. முதல் பூப்புப் பிளவு, ஆ. முதல் துருவக்கோள வெளித்தள்ளல், இ. இரண்டாவது பூப்புப் பிளவு, ஈ. முதிர்ந்த முட்டை.

1. முதல் துருவக்கோள், 2. முதல் துருவக்கோள், 3. இரண்டாவது துருவக்கோள், 4. முன்னோடி உட்கரு.

இது நடந்தவுடனேயே இரண்டாவது கதிர் அமைப்பு அண்டத்தில் தோன்றுகிறது. இதில் மீதமுள்ள இரட்டைக் குரோமோசோம்கள் நடுவில் காணப்படுமாறு அமைகின்றன. ஒவ்வோர் இரட்டைக் குரோமோசோமும் பிரிகின்றது (படம் 1 இ). பிரிந்த

குரோமோசோம்களின் ஒரு பாதி இரண்டாவது துருவக் கோளமாக வெளியேற்றப்படுகிறது. மீதமுள்ள பாதி குரோமோசோம்களிலிருந்து ஒரு புதிய உட்கரு தோன்றுகிறது. இதைப் பெண் உயிரணுவின் முன் உட்கரு (female pronucleus) என்று அழைக்கிறார்கள் (படம் 1 ஈ).

அண்டம் பக்குவமடைதல் வெவ்வேறு காலங்களில் நிகழும். சிலசமயங்களில் அண்டம் முதிர்ச்சியுறும் பிரிவுகள் இரண்டும் அண்டச்சுரப்பியிலேயே நடைபெறலாம்; அல்லது இனப்புழைக் குழாய்களில் நடைபெறலாம். இன்னும் சில விலங்குகளில் முதிர்தல் அண்டச் சுரப்பியில் தோன்றி ஓர் இக்கட்டான நிலையில் ஒரு முடிவுக்கு வந்துவிடுகிறது. ஆனால், கருத்தரித்தல் நடைபெறும்வரை முடிவடைவதில்லை. பல இனங்களில் பெண் விலங்கு முதிர்ச்சி பெறாத அண்டமூலச் செல்களை அல்லது ஊசைட்டுகளை இடுகின்றன. முதிர்தல் அல்லது பக்குவமாதல் முழுவதும் பெண் விலங்கின் உடம்பிற்கு வெளியே நடைபெறுகின்றது. இந்தக் கடைநிலை அண்டச் செல்களில் முதிர்தல் செயலைத் தூண்டுகின்ற காரணிக்கூறு எதுவாக இருக்குமென்று நன்றாக ஆராயப்பட்டிருக்கிறது. சில சமயங்களில் விந்தணுக்கள் அண்டத்தினுள் செல்லும் வரை முதிர்தல் செயல் தோன்றுவதில்லை. சில விலங்குகளின் ஊசைட்டுகளை அல்லது அண்டமூலச் செல்களைத் தண்ணீரில் இட்ட சில நிமிட நேரங்களில் முதிர்தல் தோன்றிவிடுகிறது. கடல்நீரில் நிறைந்திருக்கும் சுண்ண அயனிகள் (calcium ions) இச் செயலில் ஒரு முக்கிய பங்கு கொள்கின்றன என்பது தெளிவாகக் கண்டறியப்பட்டிருக்கிறது [டால்க், (Dalcq), பாஸ்டீல்ஸ் (Pasteels)]. சுண்ண அயனிகளும், பொட்டாசிய அயனிகளும் இணைந்து அண்டத்தைச் செயலூக்குவிக்கின்றன. இதனால் மூல இனச்செல் பை (germinal vesicle) சவ்வு மறைகிறது. ஆகவே முதிர்தல் செயல் தூண்டப்படுகிறது.

சாதாரண வளர்ச்சியில் துருவக் கோளம் அல்லது போலார் (polar) துகள்கள் அண்டத்தின் கருத்துருவத்தில் (animal pole) தோன்றும். முதிர்தலின் ஆரம்பத்தில் மூல இனச்செல் பையாவது (germinal vesicle) அல்லது அதிலிருந்து தோன்றுகிற கதிர் அமைப்பாவது கருத்துருவத்தை நோக்கி நகரும். இந்தத் துருவத்தில் கதிர் அமைப்பு அண்டத்தின் பரிதிக்குச் செங்குத்தாக அமைகின்றது (படம் 1 அ). இந்த இடம் கதிரமைப்பை ஈர்க்கின்றது என்பது வெளிப்படையாகத் தெரிகிறது. பலவகையான அண்டங்களில் இந்த ஈர்ப்பைச் சில பிரத்தியேகமான சிகிச்சைகளால் குறைக்கவோ அல்லது வலிவற்றதாக்கவோ முடியும். அதிக அளவு சுண்ண அயனிகள் கடல் முள்ளுடலிகளில் (sea urchin)

ஏர்ப்பைக் குறைக்கிறது. டால்க் (Dalcq, 1924) இதை ஒருவழிக் குவியாமை (depolarisation) என்று அழைத்தார். இதன் காரண மாக முதிர்கதிர் அமைப்பு (maturation spindle) முட்டையின் மேற் பக்கத்திற்கு வருவதில்லை. ஆகையால் மிகப்பெரிய துருவக் கோளங்கள் (polar bodies) உண்டாகின்றன. இன்னும் சில சமயங் களில் ஒருவழிக்குவியாமை (depolarisation) அதிகமாக இருந்தால் வளர்கதிரமைப்பு அண்டத்தின் பரிதிக்கு நேர் கோணத்தில் அமைவதில்லை. ஆகவே துருவக் கோளங்கள் அல்லது போலார் துகள்கள் தோன்றுவதில்லை.

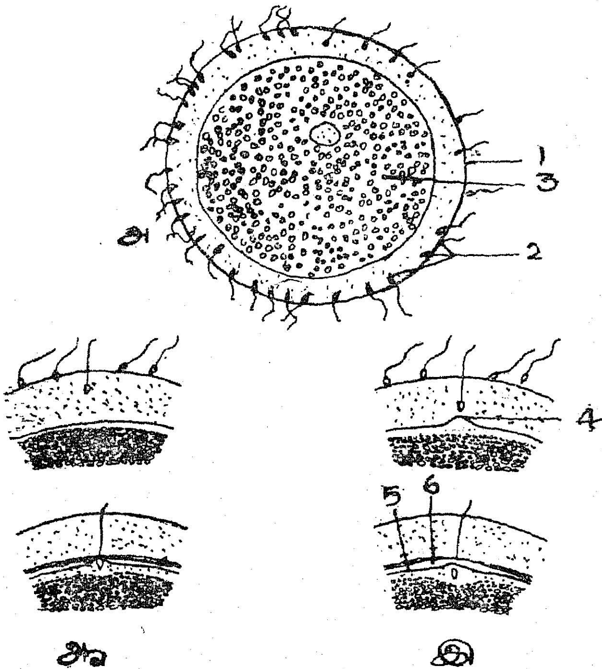
அண்டம் முதிர்ச்சியுறும்பொழுது வேறு சில பலன்களும் ஏற்படு கின்றன. உட்கருவின் சவ்வு கரைந்தவுடன் உட்கரு பிளாசமும், சைட்டோபிளாசமும் கலக்கின்றன. இதனால் குழைமநிலை (viscosity), ஊடுருவ இடம் தரும் இயல்பு (permeability) போன்ற இயற்பியல் பண்புகளில் மாற்றம் ஏற்படுகின்றன. இந்த நிகழ்ச்சிகள் நடைபெற்ற முட்டைகளில் கருத்தரித்தல் நடை பெறுது. நன்முக முதிர்ச்சியுருத அண்டத்தினுள் விந்தணு ஊடுருவிச் செல்ல இயலாது. அப்படியே ஊடுருவிச் சென்ருலும் அண்டத்தின் சைட்டோபிளாசத்தில் விந்தணுக்கள் செயலற்றுக் கிடக்கின்றன. முதிர்ச்சியடையும்வரை செயலிழந்து கிடக் கின்றன. காஸ்டெல்லோ (Costello, 1940) நீரிஸ் என்ற வளையப்புழு இனத்தைச் சேர்ந்த புழுவின் அண்டத்தைப் பல துண்டுகளாக்கி ஞர். மூலச் செல்பை (germinal vesicle)யைக் கொண்ட துண்டை வெற்றிகரமாகக் கருத்தரிக்கும்படி செய்யமுடியும் என்று கண் டறிந்தார். முள்ளுடலிகளிலும், கடல் அர்ச்சின்களிலும் உட்கரு இல்லாத அண்டத் துண்டுகளைக் கருத்தரிக்கச் செய்வது நடக்காத ஒன்று என்று கூறினர். அண்டம் துண்டுகளாக்கப்படும்பொழுது மூல இனச் செல்பை (germinal vesicle) நல்ல நிலையிலிருந்து துண்டு பட்டபின், உட்கருவில்லாத அண்டத் துண்டுகளைக் கருத்தரிக்கும் படி செய்தல் கடினம் என்று கூறினர். இருந்தபோதிலும், முதிர்தல் முன்னமேயே ஆரம்பிக்கப்பட்டிருந்தால் உட்கரு இல்லாத (non-nucleated) துண்டுகளையும் வெற்றிகரமாகக் கருத்தரிக்கச் செய்யலாம். இவை வளர்ச்சியுறும். இதற்கு மீரோகோனி (merogony) என்று பெயர். இதை டெலாஜ் (Delage) 1899-ல் கண்டறிந்தார். மேலே கூறப்பட்ட சில பரிசோதனைகளிலிருந்து முதிர்தலின் ஆரம்பத்தில், உட்கருச் சைட்டோபிளாசமும், சைட்டோபிளாசமும் கலத்தல், கருத்தரித்தலுக்கு மிக முக்கிய மானதாக இருக்கிறது.

அண்டமும் விந்தணுவும் இணைவதில், இவைகளால் சுரக்கப் பட்ட சில பொருள்கள் மிக முக்கியப் பங்காற்றுகின்றன. பல

அண்டங்கள் (முள்ளுடலிகள், மெல்லுடலிகள், வளையத் தசையுடலிகள், டியூனிக்கேட்ஸ், முள்ளெலும்புடலிகள்) ஃபெர்டிலைசின் (fertilizin) பொருளைச் சுரக்கின்றன. இந்தப் பொருள் விந்தணுக்களின் இடப்பெயர்ச்சியைத் துரிதப்படுத்துகிறது அதிக அடர்த்தியான நிலையில், விந்தணுக்களைத் திரள்களாக்கவும் (agglutinate) பயன்படுகிறது. கடல் அர்ச்சினுடைய ஃபெர்டிலைசின் (fertilizin) அண்டத்தைச் சுற்றியிருக்கும் ஜெலாட்டின் உறையை ஒத்திருக்கிறது என்று அறியப்படுகிறது. இது ஓர் அமில மியூக்கோ பாலி சாக்கரைடு (acid mucopoly saccharide) ஆக இருக்கிறது. இதில் காணப்படும் சர்க்கரை மூலக்கூறு அர்ச்சினின் ஒவ்வோர் இனத்திலும் மாறுபடுகிறது. விந்தணுக்கள் எதிர் ஃபெர்டிலைசின் (anti-fertilizin) என்ற பொருளைக் கொண்டிருக்கின்றன. இது ஃபெர்டிலைசினின் திரளாக்கும் செயலைச் சரிக்கட்டுகிறது. மேலும் அண்டத்தைச் சுற்றியுள்ள ஜெல்லி சுருங்குவதும் படிவமாக்கப்படுவதும் இதனாலேயே தோற்றுவிக்கப்படுகிறது. எதிர் ஃபெர்டிலைசின் ஒரு புரத அமிலம். இது விந்தணுவின் தலையின் பக்கப் பகுதியில் காணப்படுகிறது. ஃபெர்டிலைசின், எதிர் பெர்டிலைசின் எதிர்ச் செயல்கள், விந்தணுக்கள் அண்டத்தோடு இணைவதற்குத் துணைபுரிகிறது என்று கருதப்படுகிறது. டைலர் (Tyler, 1948) இன் ஆராய்ச்சிகளின் விளைவாக, இந்த எதிரெதிர்ச் செயல்கள், தடைக் காப்பியல் (immunological) எதிர்ச் செயல்களை ஒத்திருக்கிறது என்று கூறியுள்ளார்.

விந்தணு, அண்டத்துடன் இணைக்கப்பட்டவுடன், அண்டத்தின் வெளிப்பரப்பில் காணப்படும் உறைகளைத் துளைத்துச் செல்ல வேண்டும். முதுகெலும்புள்ளவைகளையும், முதுகெலும்பற்றவைகளையும் சேர்ந்த விலங்குகளின் விந்தணுக்கள், அண்ட வெளியுறைகளைக் கரைத்துக்கொண்டு செல்லக் கரைநொதிகளைக் (lyticenzyme) கொண்டிருக்கின்றன என்று அறியப்பட்டிருக்கிறது. இந்தக் கரை நொதிகள் விந்தணுவின் தலைப் பகுதியில் காணப்படுவதாகக் காணப்படுகிறது. இதை அக்ரோசோம் (acrosome) என்று அழைக்கிறார்கள். கோல்வின் (Coluvin, 1957) 1957-ல் விந்தணுக்கள் அண்டவுறைகளோடு இணைந்தவுடன், அக்ரோசோம் வெடித்துக் கடினமான ஆனால் நேரான நுண்ணிழைகளை உண்டாக்குகிறது. இந்த உறைகள் அண்டவுறைகளைக் கிழித்துக்கொண்டு உண்மையான அண்டத்தின் வெளிச் சுவரை அடைகின்றன. அதே சமயத்தில் அண்டவுறைகளைக் கரைக்கக்கூடிய கரைநொதிகள் வெளியேற்றப்பட்டு, அதனருகில் காணப்படும் அண்டவுறையைக் கரைக்கிறது. அண்டம் அக்ரோசோம் இழையைத் தொடுவதால் செயலூக்குவிக்கப்படுகிறது. பெரும்பாலான இனத்தின் அண்டங்

களில், விந்தணு அண்டத்தோடு இணைந்த இடத்தில் ஒரு கூம்பு தோன்றுகிறது. இந்தக் கருத்தரித்தல் கூம்பு (fertilization cone) அக்ரோசோம் இழையை ஒரு மூடி போன்று சூழ்ந்துகொண்டு, முடிவில் விழுங்கிவிடுகிறது.



படம் 2.

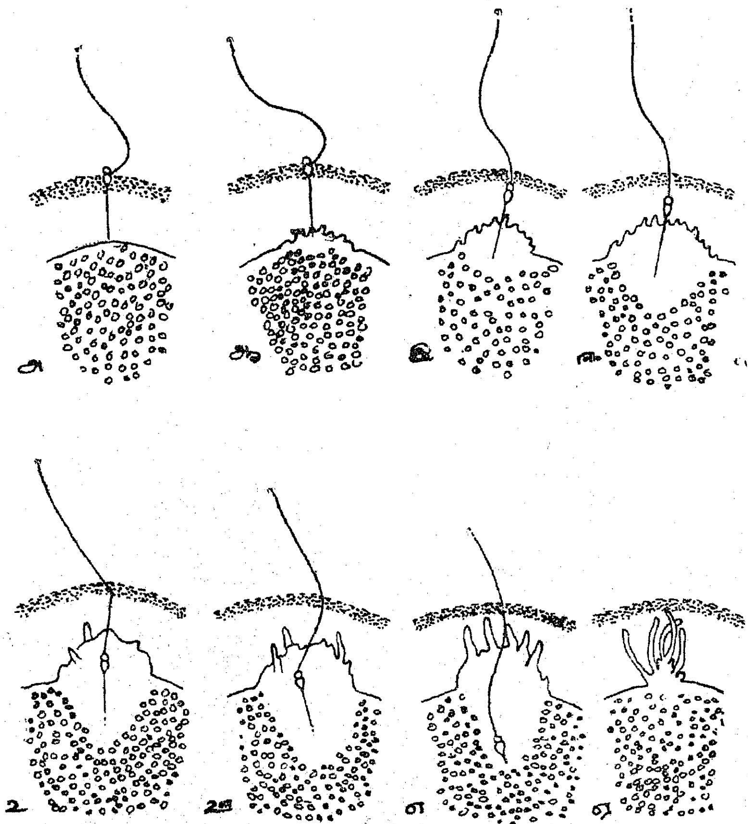
முள்தோலியின் முட்டை கருத்தரித்தல்

அ. முட்டை, முட்டைசூழ் உறையினுள், விந்தணுவினால் சூழப்பட்டிருக்கிறது.
ஆ, இ. விந்தணு முட்டைசூழ் உறையினுள் ஊடுருவல் மேலும் கருத்தரிக்கும் கூம்பினுள் ஊடுருவுகிறது. முட்டைக்கும், வைட்டலைன் சவ்விற்கும் இடையில் பெரிய வைட்டலைன் இடைவெளியின் தோற்ற ஆரம்பநிலை.

1. முட்டை சூழ் உறை, 2. விந்தணு, 3. முட்டை, 4. கருத்தரிக்கும் கூம்பு, 5. பெரிவைட்டலின் சவ்வு, 6. பெரிவைட்டலைன் இடைவெளி.

இந்த நிலைமையைப் பாலூட்டிகளில் நன்றாகக் கூர்மையாக ஆராய்தல் வேண்டும். அண்டம், அண்டச் சுரப்பிகளிலிருந்து விடுபடும்பொழுது அவற்றைச் சுற்றி ஃபாலிக்கள் செல்களாலான உறை (layer of follicle cells) சூழ்ந்துகொண்டிருக்கிறது. இந்தச் செல்கள் பிசுபிசுப்பான திரவத்தால் இணைக்கப்பட்டிருக்கின்றன.

இந்தத் திரவம் ஹயல்யுரோனிக் அமிலம் (Hyaluronic acid) கொண்டதாக இருக்கலாம் அல்லது அதனுடன் தொடர்புடைய பல்கூட்டுச் சர்க்கரைப் பொருளாகவும் இருக்கலாம் என்று



படம் 3.

கோலாத்தூரியன் முட்டையினுள் விந்தணு ஊடுருவுதலின் அடுத்தடுத்து வரும் படிநிலைகள்.

அ. அக்ரோசோம் இழை முட்டை ஜெல்லியைத் துளைத்து முட்டையின் வெளிப் புறப்பரப்பை அடைதல்.

ஆ, இ, ஈ, உ, ஊ, எ. கருத்தரிக்கும் கூம்பு, அக்ரோசோம் இழையைச் சுற்றித் தோன்றுவதன் வெவ்வேறு படிநிலைகள். விந்தணு உட்செல்லுகிறது, கருத்தரிக்கும் கூம்பினால் விழுங்கப்படுகிறது.

ஏ. விந்தணு உட்சென்றபின் கருத்தரிக்கும் கூம்பு திரும்பப் பெறல்.

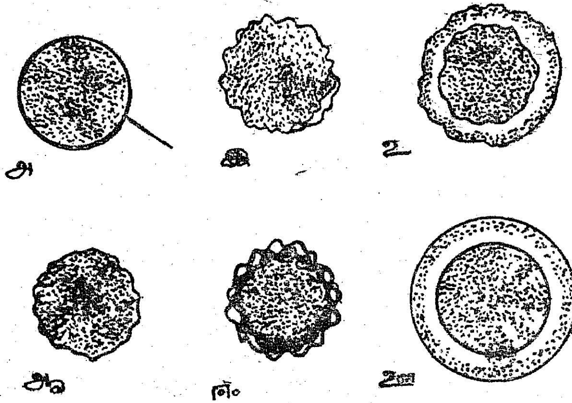
கருதப்படுகிறது. இப்பொழுது விந்தணு, ஹையல்யுரோனிடேஸ் (Hyaluronidase) என்ற நொதியைக் கொண்டிருக்கிறது. இந்த

நொதி ஹையல்யுரோனிக் அமிலத்தின் அமைப்பைச் சிதறச் செய்வதால் முட்டையைச் சூழ்ந்திருக்கும் செல் அடுக்கை அழியச் செய்கிறது. இதனுல் விந்தணு தட்டுத் தடையின்றி முட்டையின் மேற்பரப்பை அடைகிறது.

விந்தணுவின் ஊடுருவல் உடனடியாக முட்டையை விழித்தெழச் செய்கிறது. சில விகலை நேரத்திற்குள் முட்டை எதிர்ச் செயல்பட்டு உடனடியாகத் தன்னுடைய உட்பண்புகளை மாற்றிக்கொள்கிறது. வழக்கமாகக் கருத்தரிக்கும் படலம் தோன்றுவது கண்கூடான விளைபயனுக இருக்கிறது. கருத்தரிக்கும் முட்டையைச் சுற்றி வைட்டலின் படலம் (vitelline membrane) இருக்கிறது. சில சமயங்களில், எவ்வகையிலேனும் இப் படலம் வெளிப்படையாகத் தெரிவதில்லை. விந்தணு முட்டையினுள் ஊடுருவியவுடன் இந்தப் படலம் முட்டையின் மேற்பரப்பிலிருந்து மேனேக்கி எழ ஆரம்பிக்கிறது [படம் 2ஈ-2;4]. ஏன் இவ்வாறு எழுகிறது என்ருல் முட்டையிலிருந்து வெளியேற்றப்பட்ட பொருள்கள் முட்டையின் மேற்பரப்பிற்கும் கருத்தரிக்கும் படலத்திற்கும் இடையில் குவிகின்ற காரணத்தால், இந்த இடைவெளி 'பெரி வைட்டலின் வெளி' (perivitelline space) என்று அழைக்கப்படுகிறது. இந்தப் பொருள்களில் ஒரு பகுதி கூழாகவும், புறச் சூழ்நிலையிலிருந்து சவ்வூடு பரவல் மூலம் வருகின்ற நீரை உட்கிரகிக்கும் தன்மையுடையனவாகவும் இருக்கின்றன. இதன் காரணமாகப் பெரி வைட்டலின் இடைவெளி விரைவில் அதிகரிக்கின்றது. இந்தப் பொருள்கள் முட்டையிலிருந்து வெளித்தள்ளப்படுவதால் முட்டையின் பருமனில் கணிசமான குறைவு ஏற்படுகிறது. கருத்தரிக்கும் படலம், முட்டையிலிருந்து உயர்ந்து சிறிது நேரத்திற்கெல்லாம், திடப்பொருளாகும் செயலில் ஈடுபடுகிறது. இதன்பின் இந்தப் படலம், மேலும் நீள்வதை எதிர்க்கின்றது. கடல் அர்ச்சின்களில் இந்தத் திடப்பொருளாக்கும் செயல் கால்சியம் அயனிகளின் முன்னிலையில் நடைபெறுகிறது. அல்லது வேறு இரட்டை இணைதிறம் கொண்ட எதிர் அயனிகள் (divalent cations) இருந்தாலும் நடைபெறுகிறது.

வழக்கமாகக் கருத்தரிக்கும் படலம், முட்டையின் எல்லாப் பரப்புகளிலும் ஒரே நேரத்தில் உருவாக்கப்படவில்லை. ஆனல், விந்தணு எந்த இடத்தில் முட்டையினுள் ஊடுருவிச் சென்றதோ அந்த இடத்திலிருந்து தோன்றி [படம் 4 இ] அதிலிருந்து முட்டையின் எல்லாப் பரப்புகளுக்கும் பரவுகிறது. முட்டையின் புற அடுக்கில் ஏற்படுகின்ற திடீர் மாற்றங்கள், பெரி வைட்டலின் இடைவெளியில் காணப்படும் பொருள்கள் முட்டையிலிருந்து வெளியேற்றப்படுவதற்கும் அதன் காரணமாகக் கருத்தரிக்கும்

படலம் தோன்றுவதற்கும் காரணங்களாக அமைகின்றன என்பது ஐயத்திற்கு அப்பாற்பட்டது. இதைத்தான் முட்டையின் புறணி (cortex) என்று அழைக்கிறார்கள். கடல் அர்ச்சின்களில் இந்தப் புறணி எதிர்ச்செயல்கள் இதைவிட நன்றாகத் தெரிகின்றன. இதை முதல்முதல் மோசர் (Moser) என்பவர் 1939-ல் விவரித்துள்ளார். விந்தணு எந்த இடத்தில் முட்டையி னுள் ஊடுருவிச் சென்றதோ, அந்தப் புள்ளியிலிருந்து சில



படம் 4.

கடல் அர்ச்சின் முட்டையைச் சுற்றிக் கருத்தரிக்கும் படலம் உருவாவதின் வெவ்வேறு படிநிலைகள். (ஸ்டராங்கைலோசென்டிரோட்டஸ் பர்பியுரேட்டஸ்) படத்தில் முட்டையைச் சுற்றி இருக்கும் உறைகள் நீக்கப்பட்டிருக்கின்றன.

அ. விந்தணு புகுந்த இரண்டு விநாடிகளில் விந்தணு முட்டையின் புறப் பரப்போடு தொடர்பு கொள்கிறது.

ஆ, இ, ஈ, உ. விந்தணு புகுந்த 30-50 விநாடிகளில் முட்டையின் புறப் பரப்பில் முகிழ்ப்புகள் தோன்றி ஒன்றாக இணைகின்றன.

ஊ. விந்தணு புகுந்த இரண்டு அல்லது மூன்று நிமிடங்களில் கருத்தரிக்கும் படலம் உருவாகிறது.

துகள்கள் (granules) ஆரம்பித்துக் கருத்தரிக்கும் முட்டையின் புறணி அடுக்குகளில் ஏதாவது ஒன்றில் காணப்படுகின்றன. இந்தத் துகள்கள் உடனடியாக மறைகின்றன. இந்தச் செயற்பாங்கு முட்டையின் மேற்பரப்பில் அலைபோன்ற முறையில் நகர்ந்து எல்லா இடங்களுக்கும் பரவி, முட்டையின் எதிர் துருவத்தைப் பத்து அல்லது இருபது விநாடிகளுக்குள் அடைகிறது. இந்த எதிர் விளைவுகள்கூட கால்சியம் அயனிகள் கிடைக்கும் அளவைச் சார்ந்தே இருக்கிறது. கால்சியம் இல்லாத சூழ்நிலையில்

இவ் விளைவு தோன்றுவதில்லை. ரன்ஸ்டிராமும் (Runstrom, 1946) அவரோடு இணைந்தவர்களும் 1946-ல் புறணி எதிர் விளைவினால் வெளியேற்றப்பட்ட துகள்கள், வைட்டலைன் படலத்தின் உட்பகுதியுடன் சேர்ந்து இயைந்து (coalesce) விடுகிறது என்பதைக் காட்டியுள்ளார்கள். வேதியியல் கூற்றின்படி, இந்தத் துகள்கள் பெரும்பாலும் மியூக்கோ பல்கூட்டு சர்க்கரைப் பொருளாலானது (muco poly saccharides) என்று கண்டுபிடிக்கப்பட்டிருக்கிறது. அவை வைட்டலைன் படலத்தில் காணப்படும் புரதத்தோடு எதிர்விளைவில் ஈடுபட்டு அதன் காரணமாக அமைப்பில் மாற்றத்தை ஏற்படுத்தலாம் என்று கருதப்படுகிறது. இவ்வாறு ஏற்படும்பொழுது புரதங்களின் பக்கச் சுங்கிலிகளை ஒன்றோடொன்று இணைவிக்கச் செய்து அதன் காரணமாகப் புரத அணுத்திண்மங்கள் நீட்டப்படும் செயல் நடந்திருக்கலாம் என்றும் கருதப்படுகிறது. இந்த வேதியியல் அமைப்பு மாற்றம் கருத்தரிக்கும் படலத்திற்குக் கடினத்தையும் முட்போன்ற அமைப்பையும் கொடுக்கிறது.

கடல் வாழ் பாலிகேட் புழுவான நீரிஸிலும் (Neris) கூட புறணித் துகள்கள் கருத்தரிக்கும்பொழுது வெளித்தள்ளப்படுகின்றன (Costello, 1949). எப்படி இருந்தபோதிலும், இங்கே அவை யாவும் ஒன்றாக இணைந்து அல்லது கூடி ஒரு பொருளாகி வைட்டலைன் படலம் வழியாக வெளியேவந்து, வைட்டலைன் படலத்திற்கு வெளியில் சுருங்கி விரியக்கூடிய மான்டிலாக (mantle) அமைகிறது. இந்தக் கூழ்மம் பல்கூட்டுச் சர்க்கரைப் பொருளாகவே இருக்கிறது.

புறணியில் ஏற்படும் எதிர் விளைவுகள் கருத்தரிக்கும் சவ்வைத் தோற்றுவிப்பதற்கு மட்டும் பயன்படாமல், இன்னும் அதைவிட மிக முக்கியமான முறையில் முக்கியத்துவம் வாய்ந்ததாக இருக்கின்றன. பெரும்பாலான விலங்குகளில், சாதாரணமாக ஒரே ஒரு விந்தணுதான் முட்டையினுள் ஊடுருவிச் செல்கிறது. ஒன்றுக்கு மேற்பட்ட பல விந்தணுக்கள் (polyspermy) முட்டையினுள் செல்லாதவாறு பாதுகாக்கப்படுகிறது. ஆகவே இயற்கைக்கு அல்லது இயல்புக்கு மாறான வளர்ச்சியைத் தடுத்து இயல்பானவழியில் வளர்கரு வளர்ச்சிபெறப் புறணியில் ஏற்படும் எதிர்விளைவு (reaction) முக்கியத்துவம் வாய்ந்ததாக இருக்கிறது. ஆனால், சில தொகுதி விலங்குகளில், குறிப்பாகப் பறவைகளில், பல விந்தணுக்கள் முட்டையுறைகளை ஊடுருவிச் செல்கின்றன. ஆனால், கருவளர்ச்சியில் எந்தவிதமான இயல்புக்கு மாறுபட்ட அல்லது இயற்கைக்கு மாறுபட்ட வளர்ச்சியும் தோன்றுவதில்லை

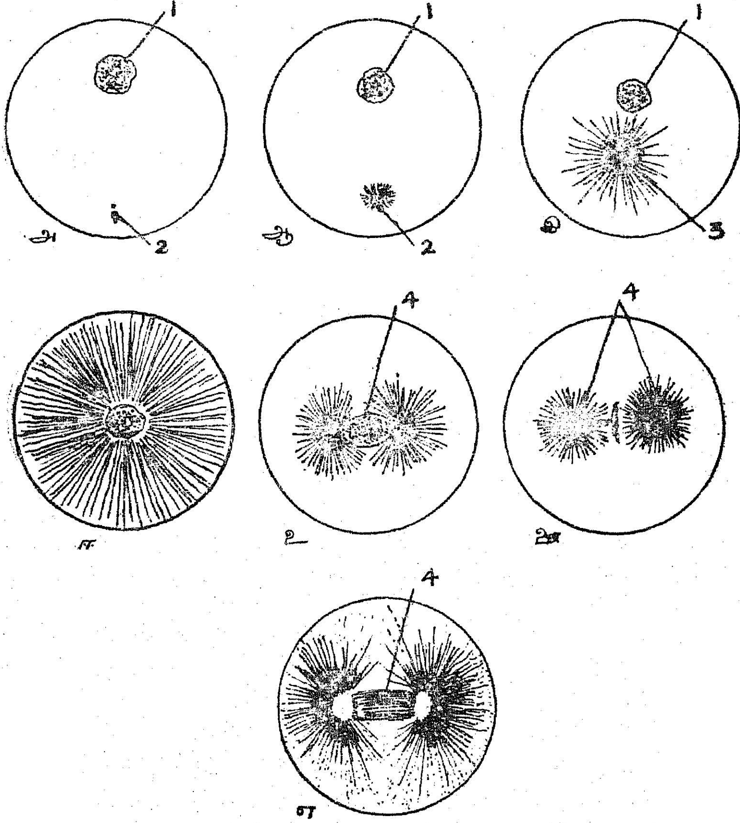
எங்கெங்கெல்லாம் ஒரே ஒரு விந்தணுதான் முறைமையாகக் காணப்படுகிறதோ, அங்கங்கெல்லாம் பல விந்தணுக்கள் நுழைவதைத் தடுப்பதற்கான சூட்சம நுண்ணொழுங்கமைவை முட்டைகள் பெற்றிருக்கவேண்டும். இந்த நுண்ணொழுங்கமைவு கடல் அர்ச்சின்களில் எவ்வாறு அமைந்திருக்கிறது என்பதை இராத்ஷில்ட், சுவான் (Rothschild, Swann) போன்றவர்கள் மிக விரிவாக ஆராய்ந்திருக்கிறார்கள். அவர்கள், தங்களுடைய சோதனைகளிலிருந்து, பல விந்தணுக்கள் உட்செல்லாமல் தடுக்கப்படும் செயல் இருபடித்ததாக (diphasic) இருக்கக்கூடும் என்ற முடிவுக்கு வந்திருக்கிறார்கள். அண்டத்தைக் கருத்தரிக்கச் செய்யும் விந்தணு அண்டத்துடன் இணைந்த அதே நேரத்தில் அதாவது இரண்டு விகலைகளுக்குள் புறணி அமைப்பில் துரித மாற்றமேற்பட்டு முட்டையின் மேற்பரப்பு முழுவதும் பரவிவிடுகிறது. இந்த மாற்றம் இரண்டாவது விந்தணு முட்டையினுள் செல்லும் வாய்ப்பைக் குறைக்கிறது. ஆனால், முட்டையை முழுமையாக விந்தணுக்கள் ஊடுருவிச்செல்ல முடியாததாக ஆக்கவில்லை. இதைத் தொடர்ந்து வேகம் குறைந்த செயல்முறை ஒன்று நடைபெறுகிறது. இந்தச் செயல் முறையின் காரணமாக விந்தணுக்கள் ஊடுருவிச்செல்ல முடியாத சவ்வு ஒன்று முட்டையின்மேல் (60 விகலைகளுக்குள்) உண்டாக்கப்பட்டுவிடுகிறது (Rothschild, 1954). எது எப்படியிருந்த போதிலும் கண்ணிற்குப் புலப்படும் புறணியின் எதிர் விளைவு இரண்டாவது படிநிலையையொத்ததாகும். புறணித் துகள்கள் (cortical granules) தகர்க்கப்படுவதால், அல்லது சிதைக்கப்படுவதால் அதிலிருந்து தோன்றுகின்ற பொருள்களின் உதவியால், விந்தணு ஊடுருவிச் செல்லாத சவ்வு உற்பத்தியாகக்கூடும் என்று கருதப்படுகிறது. இந்த அடுக்கின் அல்லது சவ்வின் கூறுபடாநிலை அல்லது முழுமையான நிலை அதனுடைய வெளிஊடகத்தில் ஈரிணை அயனிகள் காணப்படுகின்ற அளவைச் சார்ந்தே இருக்கிறது. ஈரிணை அயனிகள் இல்லாமலிருந்தால் இந்தச் சவ்வு கரைகிறது. ஆகவே முட்டைகளை மீண்டும் கருவுறச் செய்யலாம். அண்மைக் காலப் பரிசோதனைகள், கடல் அர்ச்சின் முட்டையின் மேற்பரப்பில், புறணி எதிர்ச்செயல் விளைந்த இரண்டு விகலைகளுக்குள் காணப்படுகின்ற ஹயலின் சவ்வும், கருத்தரித்த முட்டையின் மேல் காணப்படும் சவ்வும், ஒரே வகைத்தானது என்பதைக் குறித்துக் காட்டுகின்றன. இந்த ஹயலின் சவ்வு அல்லது அடுக்கு பல விந்தணுக்கள் செல்லாதவாறு தடுப்பதோடு நின்றுவிடாமல், அதற்கு அப்பாற்பட்ட முக்கியமான செயல் ஒன்றையும் செய்கிறது. அதாவது, இந்த ஹயலின் சவ்வு அல்லது அடுக்கு, வளர்ச்சியின் பொழுது, பிளவிப் பெருகுகின்ற செல்களை ஒன்றாக இணைக்கும்

இணைச் சாந்தாகவும் செயல்படுகிறது. வெவ்வேறு கடல் அர்ச்சின் இனங்களில் காணப்படும் ஃபெர்டிலைசின்கள், வேதியியல் அமைப்பில் மாறுபடுகின்றன என்பதை மேலே கண்டிருக்கிறோம். இந்த ஃபெர்டிலைசின்களின் செயல்கள் முழுவதும், ஒவ்வோர் இனத்திலுள்ளும் விஞ்சி மேம்பட்டிருக்கிறது. இனத்திற்கு இனம் ஃபெர்டிலைசின் செயல் மாறுபடும். ஒன்றின் ஃபெர்டிலைசின் மற்றொன்றோடு செயல்படாது.

இந்த நிலை கலப்புக் கருத்தரித்தல் நடைபெறுவதற்குத் தடையாக அமைகிறது என்று கருதலாம். இது முழுமையாக கலப்புக் கருத்தரித்தலைத் தடுப்பதில்லை. ஒன்றுக்கொன்று மிக நெருங்கிய தொடர்புடைய இனங்களை மிக எளிதில் கருத்தரிக்கும் படி செய்யலாம். செயற்கை முறையில் தோற்றுவித்த சூழ்நிலைகளான மிக அதிக விந்தணு அடர்த்திச் சூழ்நிலையிலும், ஊடகத்தில் அமிலத் தன்மை மாற்றி அமைக்கப்பட்ட சூழ்நிலையிலும், ஒன்றுக்கொன்று வகைப்பாட்டில் முற்றிலும் மாறுபட்ட இரண்டு இனங்களின் விந்தணுவையும், முட்டையையும் இணையச் செய்ய முடியும். இந்த வழியில், கடல் அர்ச்சினின் முட்டைகளை, புழுக்களின் விந்தணுக்களுடனும் மெல்லுடலிகளின் விந்தணுக்களுடனும் வெற்றிகரமாகக் கருத்தரிக்கும்படி செய்யப்பட்டிருக்கின்றன (Kupelwiser, Godlewski). இதனுடன் தொடர்புடைய சோதனைகளைப் பின்னால் பார்ப்போம்.

விந்தணு அதனுடைய தலைப்பாகம் முட்டையினுள் முதன் முதல் செல்லும்படியாக ஊடுருவிச் செல்கிறது. சென்ற சிறிது நேரத்திற்கெல்லாம், விந்தணு 180 பாகை சுற்றுகிறது. இதனால் விந்தணுவின் தலைப்பாகம் முட்டையின் வெளிப்பரப்பை நோக்கிக் கொண்டிருக்கிறது. விந்தணுவின் நடுப்பகுதி முட்டையின் நடுப் பகுதியை நோக்கி அமைந்திருக்கிறது. இன்னும் சில வகைகளில், விந்தணுவின் வாலும் சேர்ந்து முட்டையினுள் நுழைகிறது. அவ்வாறு நுழைந்தால் நுழைந்த சிறிது நேரத்திற்கெல்லாம் வால் நீக்கப்பட்டு முட்டையின் சைட்டோபிளாசத்தில் கரைந்து விடுகிறது. விந்தணுவின் தலைப்பாகம் பெரிதாகிறது அல்லது புடைக்கிறது. புடைப்பதால், இயல்பான உட்கருவின் (nucleus) அமைப்பைத் திரும்பப் பெறுகிறது. இதற்கு ஆண் உயிரணுவின் முன் உட்கரு (male-pronucleus) என்று பெயர். விந்தணுவின் நடுப் பாகத்திலிருந்து தோன்றுகின்ற விண்மீன் அமைப்பைக் கொண்டு கதிர்ஆக்கம் தோன்றுகிறது. இதற்கு விந்து-ஆஸ்டர் (sperm-aster) என்று பெயர். இது முட்டையின் சைட்டோ பிளாசத்தில் தோன்றுகிறது (படம் 5, அ-இ). சேம்பர்ஸ் (Chambers) என்ற விஞ்ஞானி,

மிக நுண்ணிய வழியில் அறுத்துக் காட்டும் வகையில் சோதனை மூலம், விந்தணு ஆஸ்டர் தோன்றுவது, தோன்றுகின்ற இடத்திலுள்ள சைட்டோபிளாசம் ஜெல்லாக (gel) மாறுவதே காரணமாக



படம் 5.

கடல் அர்ச்சின் கருத்தரித்தலின் செல்லியல் விளக்கம்.

அ, ஆ, இ, ஈ. விந்தணு ஆஸ்டர் உருவாதல்,
விந்தணு, முட்டை உட்கருக்கள் இணைதல்.

உ, ஊ, எ. ஆம்பி ஆஸ்டர் உருவாதல்
முதல் பிளவிப் பெருகல்.

1. முட்டை உட்கரு, 2. விந்தணு உட்கரு,
3. விந்தணு ஆஸ்டர், 4. ஆம்பி ஆஸ்டர்.

இருக்கிறது என்று காட்டினர். இந்தச் செயல் வழியான ஜெல் மாற்றம் அலைகள் போன்று புரோட்டோபிளாசத்தின் வழியாக எல்லாத் திசைகளுக்கும் பரவுகிறது. அதே நேரத்தில் விந்தணு

ஆஸ்டரின் மையப்பகுதி சூழாகிறது. மேலும், ஆண்-விந்தணுவின் முன்-உட்கருவைச் சுற்றிக் கூழ்போன்ற புரோட்டோபிளாசத்தால் சூழப்பட்ட பரப்பையும் ஏற்படுத்துகிறது. ஆண்-பெண் உயிரணுக்களின் முன்உட்கருக்கள் (male + female pro nucleii) ஒன்றையொன்று நோக்கி நகர்கின்றன. பின்பு நெருங்கி அதன்பின் இணைகின்றன. அவை சிறிது நேரம் வரை அடுத்தடுத்துப் பக்கத்திலேயே இருக்கலாம். இல்லையென்றால் இரண்டும் சந்தித்தவுடன் ஒன்றோடொன்று இரண்டறக் கலந்து விடலாம் (படம் 5 ஈ). இப்பொழுது இரண்டு புதிய கதிரி அமைப்புகளின் இயக்கங்கள் தோன்றுகின்றன. ஒவ்வொரு கதிரி அமைப்பும் ஒவ்வோர் உட்கருவுக்கு வெளிப்புறத்தில் காணப்படும் (படம் 5 உ). அவை இரண்டும் சந்திப்பதால், ஆம்ஃபிஆஸ்டர் (amphiaster) தோன்றுகிறது. அதன்பின் இரண்டு உட்கருக்களின் சவ்வுகளும் மறைவதனால் அவைகளிடத்துக் காணப்படும் குரோமோசோம்களை வெளிப்படுத்துகின்றன. ஒரு மைட்டாடிக் ஸ்பின்டில் ஆம்ஃபிஆஸ்டரின் இரண்டு துருவங்களுக்கும் இடையில் வளர்கிறது. இவ்வாறு வளர்ச்சி நடைபெறும்பொழுது குரோமோசோம்கள், ஸ்பிண்டிலின் (spindle) நடுமையத்தில் தங்களை அமைத்துக்கொள்கின்றன (படம் 5 ஊ,எ). இதனால் இரண்டு உட்கருக்களும் ஒன்றாக இரண்டறக் கலந்துவிடுகின்றன. இதற்குப் பாலணுக் கலப்பு (amphimixis) என்று பெயர். இதற்கு அடுத்தநிலை செல்கள் பிளவுபடுதலாகும். முதல் பிளவுதான் மூலத்தின் (germ) வளர்ச்சியின் தொடக்கத்திற்கு அறிகுறியாக அமையக் கூடும்.

இங்கே விவரிக்கப்பட்ட செயல்முறைகளைச் சார்ந்த ஆக்கக் கூறுகளைப் பற்றிய கருத்துகள் பல சோதனைகள் மூலம் தெரிய வருகின்றன. முதலில் விந்தணுவின் வளர்ச்சி முட்டையினுள் நடைபெற வேண்டுமானால் குறைந்தபட்சம் இரண்டு நிலைமைகளாவது நிறைவேற்றப்பட வேண்டும். ஒன்று முட்டையின் முதிர்தல் தோன்றியிருக்க வேண்டும். இவ்வாறு தோன்றுவதால் மூல இனச் செல்பையின் (germinal vesicle) உட்கருக்கூழ் (nuclear sad) முட்டையின் சைட்டோபிளாசத்துடன் கலக்கிறது. இரண்டாவதாக விந்தணு முட்டையின் புறணியைக் கடந்து முட்டையினுள் சென்றிருக்க வேண்டும். விந்தணுக்கள் செயற்கை முறையில் முட்டையினுள் செலுத்தப்பட்டாலும், அவை முழுமையாகச் செயலிழந்து செயலற்றுக் கிடக்கின்றன (kite). இதே போல் இயல்பான முட்டையாயிராமல் புறணிப் பிளாசம் இல்லாத முட்டையின் துணுக்குகளுக்குள் சென்ற விந்தணுக்களும், அதே நிலையைத்தான் மெய்ப்பிக்கின்றன (Chambers). இதிலிருந்து விந்தணுக்கள் புறணியின் வழியாக

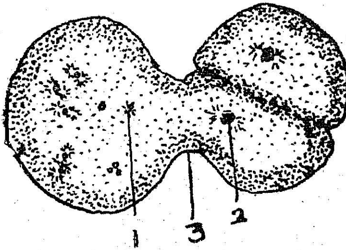
ஊடுருவிச் செல்லும்பொழுது செயலூக்கம் (activation) பெறுகின்றன. இந்தச் செயலூக்கம் அவை தங்களுடைய எஞ்சிய வளர்ச்சியை முடித்துக் கொள்வதற்கு ஏதுவாக இருக்கிறது.

ஆலன் (Allen), ஹாக்ஸ்ட்ரம் (Hagstrom, 1955) என்ற இரு கருவியல் வல்லுநர்களும், கடல் அர்ச்சின் முட்டைகளை, விந்தணுக்கள் இணைந்த இருபது விகலைகளுக்குள், வெப்ப அதிர்ச்சிக்கு உட்படுத்துவதால் (heat shock) அவைகளின் கருத்தரித்தல் செயல் விளைவில் குறுக்கிட்டு, அதன் காரணமாகப் புறணியில் நடைபெறும் புறணிச் செயல் விளைவு, முட்டையின் எல்லாப் பகுதிகளுக்கும் கடத்தப்படாத முட்டைகளை அவர்கள் வெற்றிகரமாகப் பெற்றார்கள். விந்தணு எந்தப் புள்ளி வழியாக ஊடுருவிச் சென்றதோ அந்தப் புள்ளியைச் சுற்றிலும் காணப்படும் மிகக் குறைந்த கருத்தரித்த புறணியின் அளவு, விந்தணுஆஸ்டரின் வளர்ச்சியைக் கட்டுப்படுத்துகிறது. இதனால் விந்தணு உட்கரு முட்டையினுள் ஊடுருவிச் செல்லும் தூரம் பாதிக்கப்படுகிறது. முட்டையின் உட்கரு விந்தணுவின் உட்கருவின் செயலுக்கு எதிர்ச் செயலில் ஈடுபட முடிவதில்லை. அதே சமயத்தில், இரண்டு உட்கருக்களில் ஏதாவதோர் உட்கருவைச் சுற்றி அதிகமான அளவு கருத்தரிக்காத புறணி காணப்பட்டால், அதே நிலைதான் இங்கேயும் காணப்படும். இந்த முடிவுகள், புறணியின் எதிர் விளைவுக்கும், தகுந்தாற்போல், முட்டையின் சைட்டோபிளாசத்தில், உடற்செயலியல் நிலைகளில் மாற்றங்கள் ஏற்படுகின்றன என்பதற்கு எடுத்துக் காட்டாக அமைகின்றன. இந்தச் செயல் விளைவு சாதாரண செயல் முறைகளினால் இரண்டு உட்கருக்களும் ஒன்றாக ஈர்க்கப்பட்டு இரண்டறக் கலப்பதற்கு இன்றியமையாததாகிறது.

இந்தச் செயல் முறைகளைப் பற்றி ஃபான்க்ஹாசர் (Fank Hauser, 1925-41) என்பவர், மிகச் சிறந்ததோர் ஆராய்ச்சியை நியூட் (Newt) என்ற விலங்கில் நடத்தியுள்ளார். இந்த வகை விலங்குகளில் பல விந்தணுக்கள் செல்வது வினைசார்ந்த ஒன்றாகக் கருதப்படுகிறது. அதாவது ஒன்றுக்கு மேற்பட்ட விந்தணுக்கள் முட்டையினுள் ஊடுருவிச் சென்றபோதிலும், வளர்ச்சி முறையை இவை பாதிப்பதில்லை. இவ்வாறு உட்சென்ற பல ஆண் உயிரணுவின் முன் உட்கருக்களில் ஒன்று மட்டும் முட்டையின் உட்கருவுடன் இணைகிறது. முட்டையினுள் சென்ற ஏனைய விந்தணுக்கள், முதல் படிவம் வரை வளர்ச்சியுற்று, பின் அவை அழிந்து விடுகின்றன. ஃபான்க்ஹாசர் முடியினால் போடப்பட்ட சுருக்கினால் கருத்தரித்த சிறிது காலத்திற்குள், கருத்தரித்த முட்டையை

இரண்டாகப் பிளவுபடச் செய்தார். சில சமயங்களில் முழுமையாகப் பிரிக்காமல் ஓரளவு பிரியும்படி முடிச்சை இறுக்கிக் கொண்டார். ஒரு பாதி முட்டை உட்கரு ஒன்றைக் கொண்டோ அல்லது ஒன்றுக்கு மேற்பட்ட விந்தணுக்களைக் கொண்டோ அல்லது கொள்ளாமலோ இருக்கும். அடுத்த பாதி விந்தணு உட்கருவை மட்டும் கொண்டிருந்தது.

முட்டையில் இறுக்கம் முழுமையாக இருக்குமானல் முட்டையின் உட்கரு இல்லாத பாதியில் ஒரே சமயத்தில், பல விந்தணுக்கள் வளர்கின்றன. இதனல் இப் பாதியில் பெரிய ஆஸ்டர் உண்டாகிறது. முழுமையாக இறுக்கப்படாத முட்டைகள் இருமுனைப் பளுக் கருவியின் அமைப்பைப்பெற்று இருக்கின்றன. இருமுனைப் பளுக்கருவியின் (dumb-bell) அமைப்பைக் கொண்ட பகுதியில் காணப்படும் முட்டையின் உட்கரு, விந்தணுவின் உட்கருவுடன் இணைந்து விடுகிறது. இந்த இணைவு, இருமுனைப் பளுக் கருவியின் அமைப்பைக் கொண்ட முட்டையின் அடுத்த பாதியில் என்ன நடக்கிறது என்பதைச் சாராமல், தனித்தே நடைபெறுகின்றது. (படம் 6). இந்த நிகழ்ச்சி நடந்திருந்தால், விந்தணுக்களின் வளர்ச்சி, முட்டையின் உட்கரு இல்லாத பாதியில்தோன்றிற்று என்றும் இந்த விந்தணுக்கள் இரண்டு பாதிகளையும் இணைக்கும் தண்டிலிருந்து வெகுதூரத்தில் இருந்திருக்க வேண்டுமென்றும் கருதப்படுகிறது.



படம் 6.

நியூட், டிரைட்டான் பால்மேட்டஸ். முட்டை பிளவிப் பெருகுதல் தோன்றுவதற்குமுன் இறுக்கம் ஏற்படுத்தப்பட்டிருக்கிறது.

வலப்பக்கப் பாதியில், முட்டை விந்தணு உட்கருவுடன் இணைந்துவிட்டது. பிளவிப்பெருகுதல் தோன்றிற்று. இடப் பக்கப் பாதியில், இறுக்கத்திற்குத் தொலைவிலுள்ள விந்தணு பிளவுறுகிறது. இறுக்கத்திற்கு இருகிலுள்ள விந்தணு உட்கருவின் பிளவு தடுக்கப்படுகிறது.

1. விந்தணு உட்கரு,
2. இணைந்த முட்டை, விந்தணு உட்கருக்கள்,
3. இறுக்கம் தோன்றிய தளம்.

முட்டையின் உட்கரு இருக்கின்ற பாதியில் விந்தணுக்கள் இல்லாமலிருந்து, இதனல், முட்டையின் உட்கரு விந்தணுவுடன் இணையாமல் இருந்திருக்குமானல் இறுக்கத்திற்கு அருகாண்மையில் காணப்படும் அடுத்த பாதி விந்தணுக்களில் வளர்ச்சி நேர்ந்திருக்கும் அல்லது வளர்ந்திருக்கும். இந்த விந்தணு உட்கருவும், முட்டையின் உட்கருவும் ஒன்றையொன்று நோக்கி

நகர்ந்து, இரண்டையும் இணைக்கும் பாலத்திற்குப் பக்கத்தில் சந்திக்கின்றன. பின் இரண்டு முன் உட்கருக்களும் இரண்டறக் கலக்கின்றன. இந்தக் காட்சிப் பதிவுகளிலிருந்து ஃபான்ங்ஹாசர், பின்கண்ட முடிவெடுத்தார். பெண்-ஆண் உயிரணுவின் முன் உட்கருக்களுக்கிடையில் ஈர்ப்பு இருக்கிறது. முட்டையின் உட்கரு, அதனருகிலிருக்கும் விந்தணுவின் வளர்ச்சியை ஊக்குவிக்கிறது. இந்தச் சாதகத்தைப் பெற்ற விந்தணுவும், பின்னுல் இரண்டு உட்கருக்களின் இணைவால் உண்டாகின்ற கருத்தரித்த செல்லின் உட்கருவும், எஞ்சியுள்ள விந்தணுக்களின் வளர்ச்சியைத் தடை செய்கின்றன என்ற உண்மைகளைக் கண்டறிந்தார். இதிலிருந்து, சாதகமான செயலும், தடுக்கும் செயலும் நிகழ, உட்கருவிலிருந்து சுரக்கப்படும் சில பொருள்கள் சைட்டோபிளாசத்தில் காணப்படுவதே காரணமாக இருக்கக்கூடும் என்று கருதப்படுகிறது.

நன்னீரில் வாழ்கின்ற நத்தை இனத்தைச் சார்ந்த லிம்னேயா (limnaea) என்ற விலங்கின் முட்டையின் காட்சிப் பதிவுகள் முட்டையின் உட்கருவும் விந்தணு உட்கருவும் ஒன்றையொன்று ஈர்க்கும்விசை இரண்டு உட்கருக்களும் பெரிதாகும்வரை தோன்றுவதில்லை என்பதைக் காட்டுகின்றன. இந்த உட்கரு வீக்கம், முட்டையின் சைட்டோபிளாசத்தின் பிரத்தியேகமான நிலையைப் பொருத்திருக்கிறது. இந்தப் பிரத்தியேகமான நிலை இரண்டாவது பூப்புப் பிளவு (second maturation division) நடைபெறும்வரை தோன்றுவதில்லை. ஆனுல் இந்தநிலை வெளியுலகச் செயலால் இல்லாமல் செய்து விடமுடியும் (ரேவன்; ரோபோர்க் (Raven; Roborgh 1949).

விந்தணு முட்டையினுள் ஊடுருவிச் செல்வது ஒன்றன்பின் ஒன்று தொடர்புடைய பல செயலாக்கச் செயல்களைத் தோற்றுவிக்கின்றது. ஒவ்வொரு நிலைமையிலும் முட்டையின் பொருள்களும் விந்தணுவின் பொருள்களும் பின்னியசெயல் விளைவுகளை ஏற்படுத்துகின்றன. இந்தச் செயல்கள் கருத்தரித்த முட்டையின் வளர்ச்சிக்குத் தூண்டுதலாக முடிகின்றன. இப்பொழுது, இது போன்ற மாறுபடாத உண்மைகளை முற்றிலும் மாறுபட்ட வழிகளால் எய்தமுடியும் என்பது மிகவும் குறிப்பிடத்தக்க தனிச்சிறப்பு வாய்ந்த ஒன்ருகும். பாலூட்டிகள் (mammals) போன்ற வெவ்வேறு வகுப்புகளைச் சார்ந்த பல விலங்குகளின் முட்டைகளில், பலவகைப்பட்ட செயற்கை முறைகளில் அவைகளின் வளர்ச்சி வெற்றிகரமாகத் தூண்டப்படுகிறது. இது செயற்கைமுறைக் கன்னி இனப்பெருக்கம் (artificial parthenogenesis) என்று அழைக்கப்படுகிறது. வளர்ச்சிக்குத் தேவைப்படுகின்ற

புறத் தூண்டுதல் இயல்பாக ஊடுருவிச் செல்லும் விந்தணுவால் கொடுக்கப்படுகிறது. இந்தத் தூண்டல் விந்தணுவிற்கு மட்டும் உள்ள திட்டவட்டமான செயலாகக் கூற இயலாது. ஏனென்றால் இதே புறத் தூண்டுதலை, விந்தணுவிலிருந்து முற்றிலும் மாறுபட்ட வெவ்வேறு பொருள்கள், அதே செயலைச் செய்து, அதேமுடிவை யும் உண்டாக்குகின்றன.

ஜே. லோப் (J. Loeb) என்ற கருவியல் விஞ்ஞானி கடல் அர்ச்சின்களின் முட்டையிலிருந்து கண்டுபிடித்த சில முறைகள் மிகவும் நல்ல முடிவுகளையே கொடுத்தன. கடல் தண்ணீருடன் கலந்த முட்டைகளை, சிலவினாடிகளுக்கு, அதிகத் தண்ணீர் கொண்ட அடர்த்தியில்லா பியுடைரிக் அமிலத்தில் (butyric acid) வைக்கவேண்டும். இந்த முட்டைகளைச் சாதாரண கடல் நீருக்கு மீண்டும் மாற்றும்பொழுது, முட்டைகள் உடனடியாகக் கருத் தரிக்கும் படலத்தை (fertilization mambrane) உருவாக்குகின்றன. இதே முட்டைகள் 15-20 வினாடி கழித்து, மீண்டும் கடல் தண்ணீ ருக்குள் கொண்டு வரப்படுகிறது. இந்த அமைப்பில் 30 அல்லது 60 நிமிடம் வரை வைக்கப்படுகின்றன. இந்தக் கடல் தண்ணீரு டன் அதிக அளவு சோடியம் குளோரைடைச் சேர்த்து, கடல் நீர் அதி ஊடு பரவலமுக்கமுள்ளதாக (hypertonic) மாற்றப்படு கிறது.

முடிவில் முட்டைகள் மீண்டும், சாதாரண கடல்நீருக்கு மாற்றப்படுகின்றன. இதன்பின் பல முட்டைகள் பிளவிப் பெருகவும், பிளவிப்பெருகியவை இயல்பான வேற்றின உயிரி யாகவும் (larva) வளர்கின்றன.

பேட்டேய்லான் (Bataillon 1910-1913) என்ற கருவியல் விஞ்ஞானியால், தவளையின் முட்டையில் செய்யப்பட்ட சில பரிசோதனைகளிலிருந்து ஒப்புக்கொள்ளக்கூடிய, நம்பக்கூடிய திருப்திகரமான சிலமுடிவுகள் கிடைத்திருக்கின்றன. தவளையின் முட்டைகளை ஓர் அழகான ஊசியால் துளைக்கும்பொழுது, அந்த முட்டையிலுள்ள, பெரிய வைட்டலின் திரவம் கசிகிறது. மேலும் கருத்தரிக்கும் படலத்தையும் (fertilization membrane) உருவாக்குகிறது. எப்படி இருந்தபோதிலும், முட்டைகளைத் துளைப்பதற்கு முன்னால் அவைகளைக் குருதியில் தேய்த்திருக்க வேண்டும். அப்படித் தேய்க்கப்பட்டிருந்தால் அந்த முட்டையில் பிளவிப்பெருகல் (clevage) நிகழ்கிறது. இதிலிருந்து நமக்குத் தோன்றுவது தற்செயலான வளர்ச்சி நிகழ்வதற்கு, உட்கருவைக் கொண்ட ஒரு உயிருள்ள இரத்தச் செல்லை இந்த முட்டையுடன் தொடர்பு கொள்ளும்படிச் செய்யவேண்டும் என்பதாகும். இந்த

வழியில் பல எண்ணிக்கையுள்ள முட்டைகளில் பிளவிப்பெருகல் தூண்டப்படமுடியும். ஒருசில சதவிகிதத்தில் இயல்பான எஞ்சிய வளர்ச்சியும் நடைபெறும். பல கன்னி இனப்பெருக்க வேற்றிள வுயிர்கள் உருமாற்றமடைவதால் வெற்றிகரமாகத் தோற்று விக்கப்பட்டிருக்கின்றன.

செயற்கை முறைக் கன்னி இனப் பெருக்கத்தில் நடத்தப்பட்ட சோதனைகளிலிருந்து, வளர்ச்சியைத் தூண்டுகின்ற செயல்களை நன்முக ஆராய்ந்து அலசிப் பார்ப்பதற்கு ஒரு வாய்ப்பு தோற்றுவிக்கப்படுகிறது அல்லது ஏற்படுத்தி இருக்கிறது. இந்த அற்புத நிகழ்ச்சியில் (phenomenon) இரண்டு ஆக்கக் கூறுகளை, இப்பொழுது சோதனைமூலம் பிரிக்கமுடியும். இந்த இரண்டு ஆக்கக்கூறுகளும் இயல்பான கருத்தரித்தலில் தனித்துக் காணமுடியாத அளவுக்குக் கடினமான முறையில் ஒன்ருேடொன்று பின்னிப் பிணைக்கப்பட்டிருக்கின்றன. எடுத்துக்காட்டாக, கடல் அர்ச்சின் முட்டைகள் லோவப்பின் (loeb) முதன் முறைப்படி அடர்த்தி குறைந்த பியுடைரிக் அமிலத்தின் செயலுக்கு உட்படுத் தப்பட்டன. பின்னுல் சாதாரணக் கடல் நீரில் வைக்கப்பட்டன. முட்டைகள் சாதாரணக் கடல் நீருக்குக் கொண்டுவரப்பட்ட வுடன், புறணிச் செயல்வினை (cortical reaction) தோன்றி, அதன் விளைவாகக் கருத்தரிக்கும் படலம் (fertilization membrane) தூக்கப் பட்டது. எப்படி இருந்தபோதிலும் பிளவிப்பெருகலும் எஞ்சிய அல்லது மேல் வளர்ச்சியும் நிகழாமல் போகின்றன. சிலகாலம் கழித்து, முட்டையின் உட்கரு புடைக்கிறது. இதனுடைய உட் கருச்சவ்வு மறைகிறது. இரு தனியான ஆஸ்டர் ஒன்று, முட்டையின் உட்கருச் சவ்வை சூழ்ந்திருக்கும் சைட்டோ பிளா சத்தில் தோன்றுகிறது. ஒவ்வொரு குரோமோசோமும் இருபாதி களாகப் பிளவுபடுகிறது. பிளவுபட்ட இருபாதிகளும் ஒன்ருக இணைந்தே இருக்கின்றன. முடிவில் எல்லா குரோமோசோம்களும் மீண்டும் இணைந்து ஒரு உட்கருவாகி, நன்ருக அதிகமாகப் பெரி தாக்கப்பட்ட ஆஸ்டரின் நடுவில் அமைந்திருக்கிறது. இந்தச் செயற்பாங்கு பலமுறை திரும்பவும் நடைபெறலாம். ஆனுல் சீக்கிரத்திலேயே, சீரற்ற தன்மை தோன்றுகிறது. முடிவில் இந்த மான்ஹாஸ்டிரல்சுழல் (monastral cycle) முட்டையின் இறப்பில் முடிவடைகிறது.

இதே போன்று தவளையின் முட்டையைக் குத்தும்பொழுது புறணியில் எதிர் விளைவுச் செயல் தோன்றி கருத்தரிக்கும் படலம் தூக்கப்பட்டு அதன் தொடர்பாக மான்ஆஸ்டிரல் சுழல் தோன்றி முட்டையினுடைய இறத்தலாகிய முடிவுக்கும் வருகிறது.

சில புறத்தூண்டுதல்கள், முட்டையில் அடுத்தடுத்துச் சங்கிலி போல் நிகழும் செயல் விளைவுகளை வெளிப்படச் செய்கின்றன என்பது தெளிவாகத் தெரிகிறது. இதுதான் முட்டையின் 'செயலூக்கம் அல்லது செயலாக்கம்' என்று அழைக்கப்படுகிறது. இந்தச் சங்கிலி போன்ற செயல் விளைவுகளில் காணப்படும் மிக முக்கியமான தொடர்பு கருத்தரிக்கும் படலம் தூக்கப்படுவதற்கும் மான்ஆஸ்ட்ரல்சுழல் தோற்றத்திற்கும் இடையேயுள்ள தொடர்பாக இருக்கிறது. இந்தச் செயற்பாங்குகள் எப்படியாயினும், சாதாரண வளர்ச்சியில் முடிவதில்லை. ஆனால் முட்டையின் இறப்பில்தான் முடிவடைகிறது. இயல்பான, இயற்கையான வளர்ச்சி நடைபெற வேண்டுமானால், மற்றைய ஆக்கக் கூறுகள் எல்லாம் ஒன்றாக இணைந்து, முட்டையின் சைட்டோபிளாசத்தில், மான்-ஆஸ்டர் கதிர்ஆக்கம் தோன்றாமல், இரண்டு நடுவைக் (dicentri) கதிர்ஆக்கம் அல்லது ஆம்ஃபிஆஸ்டர் (amphiaster) தோன்றும்படியான நிலைக்குக் கொண்டுவரப்பட வேண்டும். ஆம்ஃபிஆஸ்டர், சாதாரண பிளவு முறையில் பிளவுபடுகிறது. அதனால் முட்டை இயல்பான பிளவிப் பெருகும் முறைக்குக் கொண்டு செல்லப்படுகிறது. பாடைலான் (Bataillon) இத்தப் படிநிலைக்கு 'ஒழுங்குபடுத்துதல்' (regulation) என்று பெயரிட்டார். லோபின் (Loeb) முறையில் அதிஊடுபரவலகம் உள்ள கடல் நீருடன் இயைந்த செயல்தான், ஒழுங்குபடுத்தும் காரணக்கூறாக இருக்கிறது. பாடைலான் முறையில் உட்செலுத்தப்பட்ட செல் பொருள்களே ஒழுங்குபடுத்தும் காரணிக்கூறாகச் செயல்படுகிறது.

இந்த இரண்டு வகையான செயற்பாங்குகளை வைத்து விரிவாக நோக்குமிடத்து முற்றிலும் மாறுபட்ட வழிகளை அல்லது பொருள்களை வெவ்வேறு இனங்களின் முட்டைகளை எழுச்சியுறச் செய்யப் பயன்படுத்தலாம் என்பதைக் காட்டுகின்றன. இயந்திர வழித் தூண்டுதல்கள், இயற்பியல் வழித் தூண்டுதல்கள் ஆகிய இரண்டும் ஒரே செயலைத்தான் செய்கின்றன. எப்படியிருந்த போதிலும், வேதியியல் பொருள்களும் அதிக அளவில் உபயோகப்படுத்தப்படுகின்றன. இந்தப் பல வகையான முறைகள், இயற்கையான தூண்டு பொருள்களில் காணப்படுவதைப்போல், ஒன்றில்கூடக் காணப்படவில்லை என்பதை எடுத்துக் காட்டுகின்றது. இந்த முட்டையின் உள்ளார்ந்த குணங்களே, புறத்திலிருந்து தோன்றுகின்ற பல வகையான புறத் தூண்டுதல்களுக்கு, ஒரே சமமான நிலையில் எதிர்ச்செயலில் ஈடுபடுவதற்குக் காரணமாக அமையவேண்டும். பலவகையான ஆராய்ச்சிகளிலிருந்து கிடைப்பது என்னவென்றால், கால்சியம் அயனிகள் முட்டைகள் செயலூக்கம் அடைவதில் முக்கிய பங்கு வகிக்கின்றன என்பது தெரியவருகிறது. பல

வகையான இனங்களின் முட்டைகள், தேவையான கால்சியம் அயனிகள் காணப்படுகின்ற அளவைப் பொறுத்தே, அவைகளைச் செயலூக்கம் (activation) பெறச் செய்யமுடியும். பாஸ்டீல்ஸ் (Pasteels 1938), மோசர் (Moser 1939), ஹீல்பிரன் (Heilbrunn) என்ற மூவரும், முட்டையின் புறணியில், புரோட்டீன் கால்சியம் கூட்டுப்பொருள் காணப்படுவதாகக் கருதுகிறார்கள். இந்தக் கூட்டுப்பொருள் வெவ்வேறு புறத் தூண்டுதலால் உடைத்தெரியப்படுகிறது. இவ்வாறு வெளிப்பட்ட கால்சியம் அயனிகள் முட்டையின் உள் சைட்டோபிளாசத்தால் எடுத்துக் கொள்ளப்படுகின்றது. இது இந்த இடத்தின் அடர்திறனை அதிகரிக்கச் செய்கிறது. அதே நேரத்தில் புறணியும் கரைகிறது. இந்த இரண்டு வழிமுறைகளும், செயலூக்கத்திற்கு (activation) உண்மையான காரணிகளாகக் கருதப்படுகின்றன.

கருத்தரிக்கும் படலம் தோன்றுவதும், மான்ஆஸ்டிரல் சுழல் தோன்றுவதும் ஆகிய இரண்டு செயல்களும் எழுச்சி பெற்ற (activation) முட்டையின் தனிப் பண்புகளாகும். இந்த இரண்டும் ஒன்றிலிருந்து மற்றொன்றைப் பிரிக்கமுடியாதவாறு இணைக்கப்படவில்லை. முள்ளுடலிகளின் முட்டைகளைச் சில குளோரைடுகளுடன் செயல்படச் செய்தால் மான்ஆஸ்டர் தோன்றுகிறது. ஆனால் கருத்தரிக்கும் படலம் தோன்றுவதில்லை. இன்னும் சிலவற்றில் கருத்தரிக்கும் படலம் தோன்றலாம். ஆனால் மான் ஆஸ்டிரல் சுழல் தோன்றுவதில்லை. ஆகவே கருத்தரிக்கும் படலம் வளர்ச்சிக்கு மிகவும் இன்றியமையாததாக இருக்கிறது என்று சொல்வதற்கில்லை. முட்டைகளில் படலம் தோன்றாமல் தடுக்கமுடியும். கருத்தரித்த பின்னும் அல்லது கன்னி இனப்பெருக்கத்திலும், முட்டைகளில் கருத்தரிக்கும் படலம் தோன்றாமல் தடுக்கமுடியும் இச் செயல் வளர்ச்சியை எப்பொழும் சாதாரண வளர்ச்சியில் ஈடுபடுத்துவதில்லை.

செயற்படுத்தல் (activation) முட்டையின் செயலியல் பண்புகளில் குறிப்பிடத்தக்க மாற்றங்களைத் தோற்றுவிக்கின்றன. முட்டையின் ஊடு பரவுதலில் (permiability) மிக அதிகமான ஏற்றம் காணப்படுவது சாதாரண நிகழ்ச்சியாக இருக்கிறது. இது புறணிச்செயல் வினையின் காரணமாக இருக்கக்கூடும் என்று கருதப்படுகிறது. செயல்படுத்தல் நிகழ்ந்த சில வினாடிகளில், பல வேதியியல் செயல் விளைவுகள் நடைபெறுகின்றன. முதலில் மிகப்பெரிய அணுத்திரண்மங்கள் சிறு அணுத்திரண்மங்களாக்கப்படுகின்றன. இதன்பின்னால் இவைகள் திரும்பவும் உருவாக்கப்படுகின்றன அல்லது தொகுக்கப்படுகின்றன (re-synthesis). செயற்படுத்தல் முடிவில் முட்டையைக் கருத்தரிக்கச் செய்ய

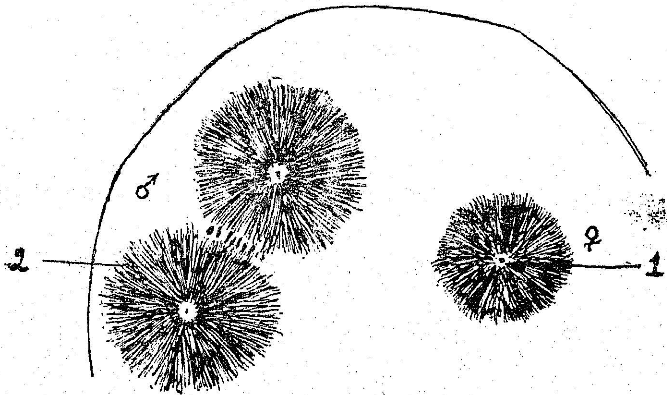
முடியாத ஒரு நிலைக்குக் கொண்டு செல்கிறது. எது எப்படி யாயினும், உகந்த அளவு செயற்படுதல் நேர்ந்ததால், உண்மையான வளர்ச்சி தோன்றுகிறது. இருந்தபோதிலும் செயற்படச் செய்கின்ற ஊக்கி (agent) மிக அதிகமான காலமோ, அல்லது மிகவும் குறைவான காலமோ செயற்பட்டால், செயற் படுத்தல் குறைபாடுள்ளதாக, முழுமையற்றதாக முடிவுறுகின்ற படியால், முட்டை தன்னுடையகருத்தரிக்கும் தன்மையைத் தங்க வைத்துக் கொள்கிறது.

சாதாரண அல்லது இயற்கையான கருத்தரித்தலில் செயற் படுத்தல் செயலை ஊடுருவிச் செல்கின்ற விந்தணுவிலிருந்து முட்டை பெறுகின்றது. இந்த உண்மை புறணிச் செயல் விளைவு களிலிருந்து தெரியக்கூடும். இதிலிருந்து ஊடுருவிச் செல்கின்ற விந்தணு 'சமநிலைப்படுத்துகின்ற ஆக்கக்கூறுகளை' (regulatin factors) உட்செலுத்துகிறது என்பது வெளிப்படுகிறது. அதோடு மான்ஆஸ்டர் சுழல் நடக்கா வண்ணம் தடுத்து முட்டை யினுடைய உட்கருவையும் (nulleus) விந்தணுவையும் ஒன்றாக இணையும்படிச் செய்து இருமுனை (ibpolar) மறைமுகப்பிரிவு (mitosis) தோன்றும்படிச் செய்து, இயல்பான பிளவிப் பெருக் லுக்கு நடாத்திச் செல்கின்றது என்பது தெளிவாக்கப்படுகிறது. இதற்கு முன்னால் ஆம்ஃபிஆஸ்டர் (Amphiaster) விந்தணுவின் ஆஸ்டர் தோன்றும் பொழுதுதான் தோன்றுகிறது என்பதைக் கண்டோம். இந்த இடம் விந்தணுவின் மத்தியக் கூழ் நிலைப் பகுதியேயாகும்.

ஒப்புக் கொள்ளப்பட்ட சிறப்புடைய நோக்கத்திற்கு அல்லது கருத்திற்கு ஒத்திசைய, சென்ட்ரோசோம் (centrosome) அல்லது செல்மையம் (cytocentre) என்ற செல்லின் உள்ளார்ந்த மிகமிக முக்கியமான நுண்ணுறுப்பு முக்கியமான பங்கைச் செல் பிரிவின் போது ஏற்கிறது. இந்த நுண்ணுறுப்பு இரண்டாகப் பிரியும் சக்தி கொண்டது. பிரிந்த இரண்டு பாதிகளும், புதிதாகத் தோன்றிய மறைமுகப் பிரிவின் இருமுனைகளுக்கும் செல்கின்றன. முட்டையினுடைய செல்மையம் (cytocentre) பூப்புப் பிளவுகள் (maturation division) முடிந்த பிறகு தன்னுடைய பிளவுபடும் சக்தியை இழந்து விடுகிறது என்பதை போவரி என்பவர் (Boveri) கண்டறிந்தார். இருந்தபோதிலும் விந்தணுவின் மையப் பகுதி (middle piece) ஒரு செல் மையப் பகுதியைக் கொண்டிருக்கிறது. இந்த விந்தணு செல்மையப் பகுதி, முட்டையின் சைட்டோபிளாசத்தில், விந்தணு ஆஸ்டர் தோன்றுமிடமாகச் செயல்படுகிறது. பின்பு இது இரண்டாகப் பிரிந்து, ஒவ்வொரு பாதியிலும் ஆஸ்டர் தோன்றுகிறது. இந்த

இரண்டு ஆஸ்டர்களும் சேர்ந்து ஆம்ஃபிஆஸ்ட்ராகத் தோன்று கிறது. சுருக்கமாகச் சொன்னால் விந்தணுவில் காணப்படும் செல்மையம் வளர்ச்சியைத் தூண்டுகிறது என்று கருதலாம்.

அண்மைக்காலத்தில், இந்தக் கோட்பாடு கேள்விக்கு இலக்காகியுள்ளது. விந்தணு தன்னுடைய மையப்பகுதியில் கொண்டுள்ள செல்மையம், முட்டையின் சைட்டோ பிளாசத்தில் ஆஸ்டரைத் தோற்றுவிக்கக்கூடும். ஆனால், இது போன்ற செல்ஆஸ்டர்கள் (cytasters) முட்டையின் சைட்டோ பிளாசத்தில் வேறு சில இடங்களிலும், பலவகையான புறத் தூண்டல்களால் தோற்றுவிக்க முடியும் என்பதையும் கண் கூடாகக் கட்டியுள்ளார்கள். ஆகவே, செல் மையத்தின் (cytocentre) அமைவு, ஆஸ்டர் உருவாவதற்கு முழுமையான முற்படு தேவையாக இல்லை. இஃதன்றியும் போவரியின் (Boveri) கொள்கை. இயல்பான கருத்தரித்தலுக்குப்பின் ஆம்ஃபிஆஸ்டர் தோன்றுவதை விளக்கிக் கூறினாலும் கன்னிவழி இனப்பெருக்க முட்டையில் தோன்றும் இருமுனை (bipolar) பிளவுக்கதிர் (clevage spindle) காணப்படுவதை விளக்கிக் கூறத்தவறி விடுகிறது.



படம் 7.

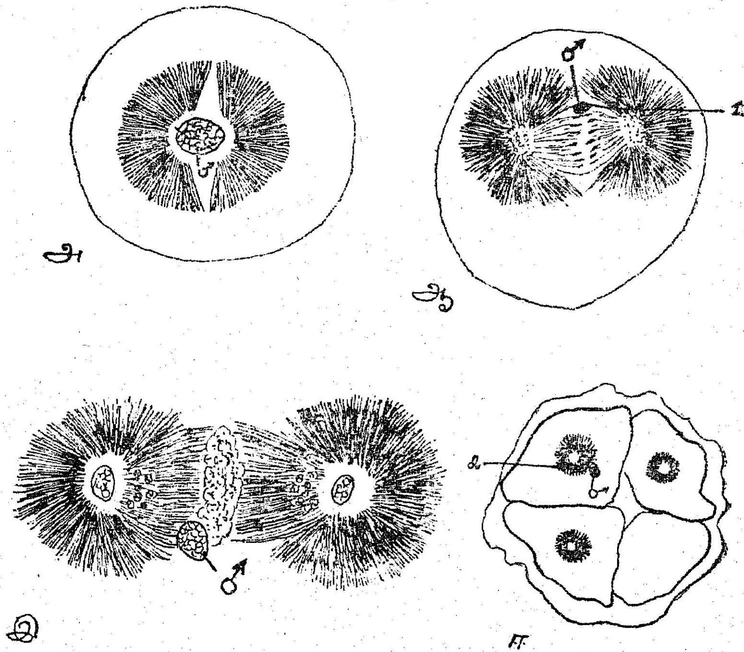
கடல் அர்ச்சின் முட்டை ஈத்தர்-ஆல் செயற்படுத்தப்பட்டிருக்கிறது. முன்னோடி உட்கருக்கள் இணையவில்லை.

1. முட்டை உட்கரு, 2. விந்தணு ஆம்பி ஆஸ்டர் (மான் ஆஸ்டர்).

ஆகவே இருமுனைக் கொள்கையை விளக்குவதற்கு ஆராய்ச்சிக்குட்படுத்தப்படாத பலவகையான கோட்பாடுகளை எடுத்துரைக்கிறார்கள்.

டால்க் (Dalc, 1928) பின்வரும் கோட்பாட்டைப் பிரேரித்துள்ளார். விந்தணுவின் உட்கரு, குறிப்பாக அதனுடைய உட்கருப் பிளாசம் (nucleoplasm) இருமுனைத்துவத்தைத் தூண்டுகின்ற கொள்கைகளைத் தாங்கிக் கொண்டிருக்கிறது. உட்கருவின் படலம் மறைந்தவுடன் ஆஸ்டர்களுடன் இருமுனைக்கதிர் தோன்றுவது, உட்கருப்பிளாசத்தின் உள்ளார்ந்த (inherent) சொத்தாக அல்லது செயலாக இருக்கிறது. டால்க்கின் இந்தக் கொள்கை பின்வரும் காட்சியறிவினின்றும் தோன்றியிருக்கிறது. சில சமயங்களில் ஊடுருவிச் செல்லும் விந்தணுக்களின் தலைப்பகுதி புறணியில் தடையுண்டு விடுகின்றன. இவைகளில் விந்தணு உட்கருவில் இயல்பான வளர்ச்சி ஏற்படுவதில்லை. முட்டை மாத்திரம் தூண்டப்படுகிறது. ஆகவே மான்ஆஸ்டிரல் சுழல் செயல்படத் தொடங்குகிறது. இந் நிலை இன ஒற்றுமையில்லாத கருத்தரித்தலிலும் காணப்படுகிறது. (உ-ம்) பியூஃபோ கலாமிட்டா என்ற தேரையின் முட்டைகளை நியூட் (newt) ஃடிரைட்டான் அவ்பெஸ்டிரிஸ் என்ற தவளை இனத்தைச் சேர்ந்தவைகளின் விந்தணுக்களைக் கொண்டு கருத்தரிக்கச் செய்தால், மேலே கண்ட செயல் நடைபெறுகிறது. விந்தணு சிதைக்கப்பட்ட பொழுதும் இதே செயல் நிகழக்கூடும். உதாரணமாக ட்ரிப்பாஃப்லேவின் (trypa flavin) என்ற நச்சுப் பொருளால் விந்தணுவைச் சிதைவுறச் செய்யலாம். இரண்டு முன் உட்கருக்களையும் இணையாமல் தடுப்போமேயானால் ஒவ்வொன்றும் சில குறிப்பிட்ட சமயங்களில் தனித்தனியாக வளர்கின்றன. அவ்வாறு நிகழும்போது, ஆண் உயிரணுவின் முன் உட்கரு சாதாரண நேர்முகப் பிரிவின் வழியில் பிரிகின்றது. ஆனால் பெண் உயிரணுவின் உட்கருமான ஆஸ்டர் நிலையைத் தோற்றுவிக்கிறது சைல்கர் (Ziegler, 1898). இந்நிலை சைல்கர் தன்னுடைய துண்டாக்கப்பட்ட கடல் அர்ச்சின்களின் முட்டைகளில் செய்யப்பட்ட சோதனைகளிலிருந்து காணப்பட்டது. இந்தச் செயல்முறையின்போது விந்தணுவின் உட்கருவும், முட்டையின் உட்கருவும் வெவ்வேறு துணுக்குகளிலிருக்குமாறு பிரிக்கப்பட்டிருந்தன. வில்சன் (Wilson, 1901), ஆண் உயிரணுவின் முன் உட்கருவையும், பெண் உயிரணுவின் முன் உட்கருவையும் இணையாமல் ஈத்தர் என்ற வேதியியல் பொருளால் தடுத்தார். இந்தச் சோதனையில் மேலே குறிப்பிட்ட அதே புலன்குறித்த செயலையே கண்டார். நீர், நில வாழ்விகளினுடைய முட்டையில் காணப்படும், புரோட்டோபிளாசத்தின் முதிர் நிலைக்கு ஏற்றாற்போல் மேலே குறிப்பிட்ட அதே செயல்கள் நடைபெறுவதாக ஃபாடைலான் என்பவர் கண்டார். இதில் முதிர்வுறாத அல்லது முதிர்வுற்ற முட்டைகளில் காணப்படும்

புரோட்டோபிளாசம், இயல்பான நிலையில் இல்லாத காரணத்தால், முன் உட்கருக்களின் இணைவு தாமதப்படுகிறது. விந்தணு உட்கருவில் காணப்படும் குரோமேட்டின் (chromatin) இழைகளின் கூட்டுச்செயல்களும் சாதாரண இருமுனை மறை முகப்பிரிவு நடைபெறுவதற்கு இன்றியமையாத ஒன்றாக இருக்கிறது. இக் கருத்து பின்வரும் சோதனையால் விளக்கப்படுகிறது. ஒன்றுக்கொன்று தொடர்பில்லாத வெவ்வேறு பேரினத்தைச் சார்ந்த விலங்குகளின் முட்டைகளின் கருத்தரித்தலில், விந்தணு புறணியை ஊடுருவிச்சென்று,



படம் 8.

கடல் அர்ச்சின் முட்டை, மிட்டிலஸ் விந்தணுவால் கருத்தரித்தது.

அ. இரண்டு முன்னோடி உட்கருக்களும் இணைந்தன.

ஆ, இ. முதற் பிளவு. ஆண்குரோமேட்டின் நீக்கப்படுகிறது.

ஈ. நான்கு செல்படி நிலை, ஆண்குரோமேட்டின் நான்கு கருக்கோளச் செல்களில் ஒன்றிலிருக்கிறது.

1. ஆண் குரோமேட்டின் நீக்கப்படுதல்.

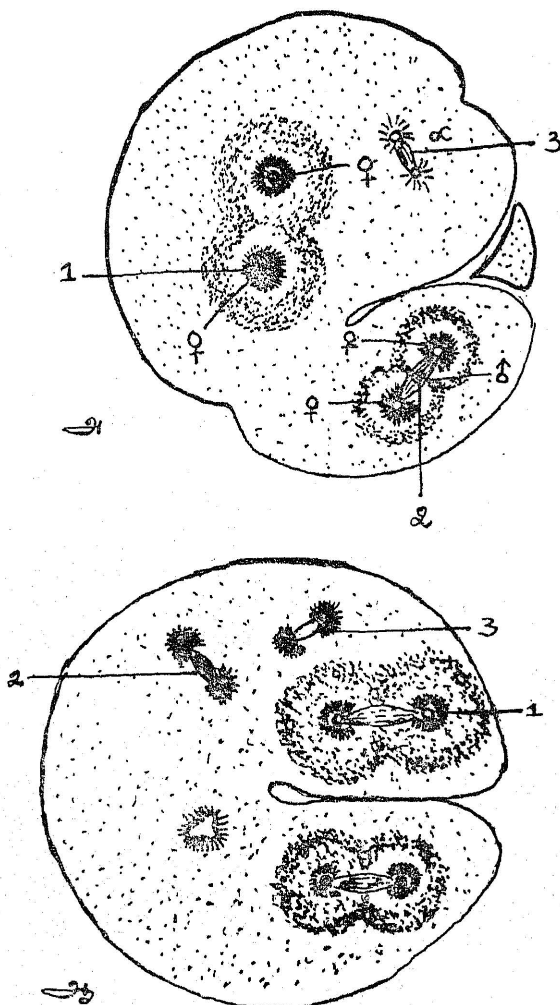
2. ஒரு கருக்கோளச் செல்லில் ஆண் குரோமேட்டின்

முட்டையினுள் செல்கிறது. ஆண்-பெண் முன் உட்கருக்களும் இணைகின்றன. ஆனால் விந்தணுக்களில் காணப்படும் குரோமேட்டின் எந்தவிதமான மாற்றமும் அடையாமல் தன்னிலையிலேயே

காணப்படுகிறது. எல்லா நிலைகளிலும் சாதாரண மறைமுகப் பிரிவு நடைபெறும்பொழுது, இந்தக் குரோமேட்டின் குரோமோ சோம்களாகப் பிரிவதில்லை. இதன்பின் சீக்கிரமாகவே சைட்டோ பிளாசத்தினுள் தள்ளப்பட்டு உட்கவரப்படுகிறது. இதற்கு எடுத்துக்காட்டாக, கடல் அர்ச்சின்களின் முட்டைகளை, மிட்டிலஸ் (mytilus) என்ற மெல்லுடலி இனத்தைச் சேர்ந்த விலங்கின் விந்தணுவால், கருத்தரிக்கச் செய்தால் மேலே கண்ட செயல்கள் நிகழ்கின்றன என்று குபெல்வைசர் (Kupelwiser, 1908) கண்டார். இதே செயல், கருத்தரித்தல் நடந்த சிறிது காலத்திற்குள் ஃடிரைபாஃலேவின் (trypaflavin) அல்லது கதிரியக்கப் பொருளான ரேடியத்தின் (radium) கதிரியகத்தால், விந்தணுவைச் சேதப்படுத்துவதினால் நடக்கலாம் என்பதை கெர்ட்விக் (P. Hertwig) என்பவரும், டால்க் (Dalcq) என்பவரும் கூறினார்கள். அதி ஊடுபரவலழுத்தமுள்ள திரவத்தில் வைத்த கடல்அர்ச்சின் முட்டைகளில் செல் ஆஸ்டர்கள் தோன்று கின்றன. ஆனால் அவைகளால் பிளவுபடவும் முடிவதில்லை. ஆகவே ஒரு மையத்தைக் (monocentric) கொண்ட சென்டிரோ சோமாக (centrosome) இருந்து விடுகிறது. இருந்த போதிலும் எப்படியேயாயினும் அவைகள் சாதாரண மறைமுகப்பிரிவு நடைபெறும் இடத்திற்கு அருகாண்மையில் இருந்தால் அவைகள் சில சமயங்களில் பின்னதின் ஓரளவு உட்கருப் பொருள்களைப் பிடித்துக் கொள்கின்றது. அதன் விளைவாக அவைகள் பிளவுறுகின்றன. ஆம்ஃபிஆஸ்டர்களைத் தோற்று விக்கின்றன. ஃப்ரை (Frey 1925), டால்க் (Dalcq) ஆகியவர்கள் ட்ரைப்பாஃலேவின் (trypaflavin) கொண்டு பதப்படுத்தப்பட்ட (treated) விந்தணுக்களில், ஆராய்ச்சி செய்துகொண்டிருக்கும் பொழுது, ஆம்ஃபிஆஸ்டர்களைப் பெற்றார்கள். அது, பிளவு முறை நடைபெறும் காலத்தில், இயல்பு வழிக்கொவ்வாத மாற்றங்களினால் குரோமோசோம்களைக் கொண்டிருக்கவில்லை. ஆனால் விந்தணுவின் ஒரு பகுதியில் மட்டும் உட்கருப்பிளாசம் (nucleoplasm) காணப்பட்டது. இவைகள் திரும்பத் திரும்பப் பிளவுற்று, அதன் மூலமாக புது ஆம்ஃபிஆஸ்டர்களைத் தோற்று வித்தன.

டால்க் (Dalcq) இந்தப் பரிசோதனைகளிலிருந்து, கீழ்க் கண்ட முடிவுக்கு வந்தார். அதாவது, இருமுறை மறைமுகப்பிரிவு முறையில் பிளவுபடும் சக்தி, ஒரு உள்ளார்ந்த உடைமையாக விந்தணுவின் உட்கருவில், அதுவும் குறிப்பாக அல்லது சிறப்பாக உட்கருப் பிளாசத்தில் காணப்படுகிறது என்ற முடிவு கொண்டார். இருந்த போதிலும் இந்த முடிவுக்கு எதிர்ப்பு

இருக்கிறது. இந்தப் பொதுவிதிக்கு உட்படாத பல விதிவிலக்குகள் இருக்கின்றன. இவைகளில் விந்தணுவின்-முன்-உட்கருவின்



படம் 9.

தவளை முட்டையின் இரண்டு பகுதிகள் இரண்டு டிரைப்பாஃளேவின்—ஆல் செயற் படுத்தப்பட்ட விந்தணுவினல் கருத்தரித்தல்.

1. முட்டை உட்கருவிலிருந்து ஒற்றை மையம் உட்கரு தோன்றல்,
2, விந்தணு குரோமேட்டின் அப்படியே இருத்தல்,
3. மறைமுகப் பிரிவு கதிர் குரோமோசோம்களை வைத்திருக்கவில்லை.

ஒத்துழைப்பு இயல்பான இருமுனை மறைமுகப்பிரிவு தோன்று வதற்கு இன்றியமையாததாக இருக்கிறது. காங்லின் (Conklin, 1904), கிரிப்பிடுலாவிலும் (Crepidula) டுயஸ்ஃபெர்க, (Duesbrg. 1926) சியோனு (Ciona) என்ற விலங்கிலும் முன் உட்கருக்களை இணைய ஒட்டாமல் தடுத்திருந்த பொழுதும்கூட முன்னோடி பெண் உட்கரு ஆம்ஃபிஆஸ்டரைத் தோற்றுவிக்கிறது என்று கண்டார்கள். அடுத்த எடுத்துக்காட்டாக ஃபான்ஹாசர் (Fanhausers) பரிசோதனைகளை நோக்குமிடத்து, முட்டையின் உட்கரு இல்லாத பாதியில் காணப்படும் தேவைக்கு அதிகமான விந்தணுக்கள், இயல்பாகவே விந்தணுவின் உட்கருப் பிளாசம் இங்கே இருந்த போதிலும், அடிக்கடி மான்ஆஸ்டரையே உண்டு பண்ணுகிறது. மேலும் டால்கின் கோட்பாடு ஒழுங்குபடுத்தலை (regulation) விளக்கவில்லை. லோவப்பின் முறைப்படி அதி ஊடு பரவலமுக்கமுள்ள (hypertonic) கடல் நீர் கொண்டு பதப் படுத்தப்பட்ட கடல் அர்ச்சின் முட்டைகளின் செயல் எவ்வாறு ஒழுங்கு படுத்தப்பட்டது என்பதையும் விளக்கவில்லை. ஆனால், பாடைலான் முறைப்படி நீர், நில வாழ்விகளின் முட்டைகளில் ஏற்படுத்தப்பட்ட செயற்கைமுறைக் கன்னிவழி இணைப் பெருக்கத்தில் இரத்தத்திலுள்ள உட்கருவைக் கொண்ட இரத்தச் செல் முட்டையினுள் உட்செலுத்தப்படுவதால் ஒழுங்கு படுத்துநிலை தோற்றிற்று என்று கூறுவது உண்மையாயிருக்கிறது. ஆனால், இந்த இரத்தச் செல்லில் காணப்படும் உட்கரு, முட்டையின் உட்கருவுடன் இணைவதில்லை. என்செலி (Ensele) என்ற கருவியல் வல்லுநர் இதற்கு மேலும் விளக்கம் கூறி யுள்ளார். இரத்தத்திலிருந்தோ அல்லது விந்தணுவிலிருந்தோ பெறப்பட்ட பிழிசாற்றின் உதவியால் மேலே குறிப்பிட்ட அதே செயல்வழி விடைகளைப் பெறமுடியும் என்று காட்டி யுள்ளார். சாவர் (Shaver, 1953) நிகழ்த்திய அண்மைக் கால ஆராய்ச்சிகளிலிருந்து கிடைப்பது என்னவென்றால், இந்த வடி சாற்றில் காணப்படும் சைட்டோபிளாசத் துகள்தான் இதற்குக் காரணமாக இருக்கிறது. இந்தத் துகள்கள் அதிக அளவு ரைபோ நியூக்ளிக் அமிலத்தைக் (ribo-nuclic acid) கொண்டிருக்கிறது. [மைட்டோ காண்டிரியாவும் மைக்ர சோமு களும் இந்தத் துகள்களாகும்.]

இந்தக் காரணங்களுக்காகப் பாடெய்லான் இருமுனைத்துவம் (bipolarity) தோன்றுவதை முற்றிலும் வேறுபட்ட வழியில் விளக்க முயன்றார். அவருடைய கருத்திற்கிணங்க, தூண்டப்பட்ட முட்டைகளில் தோன்றும் மான்ஆஸ்டர் சுழல் ஒரு கால இட

முரண்பாடு (anachronism) என்றே கருதுகிறார். இந்தக் கால இடமுரண்பாடு உட்கருவின் வளர்ச்சிக்கும், சைட்டோ பிளாசத்திலிருந்து தோன்றுகின்ற ஆஸ்டர்களுக்கும் இடையில் காணப்படுகிறது. இது உட்கரு வளர்ச்சியில் சைட்டோ பிளாசத்தைவிட, அதிக தூரம் சென்று விட்டதால், ஆஸ்டர், ஆம்ஃபிஆஸ்டராக வளர்வதற்குப் போதுமான அளவு நேரம் இருந்தும், இப்படி வளர்வதற்கு முன்னமேயே உட்கருவின் சவ்வு மறைந்து விடுகிறது. இயல்பான கருத்தரித்தலில் விந்தணு சைட்டோபிளாசத்தின் செயலைத் துரிதப் படுத்துகிறது. இது உட்கருவுக்கும், சைட்டோபிளாசத்திற்கும் இடையில் காணப்படுகின்ற படிநிலை வேறுபாட்டை ஒழுங்கு படுத்துகின்றது பேட்டைலான் எடுத்துக்காட்டுவது, என்ன வென்றால் இயல்பான கருத்தரித்தல் நடைபெறும்பொழுது ஊடுருவிக்கொண்டிருக்கும் விந்தணு முதன் முதலில் புரோட்டோபிளாச விந்தணுவின் ஆஸ்டரை ஜெல்லாகும் (gelatin) படிச் செய்கிறது. இதுதான் இதனுடைய தோற்ற இடமாகும். இந்த ஜெல் ஆகும் செயல், முட்டையின் சைட்டோ பிளாசத்தில் எல்லாத்திசைகளிலும் பரவுகிறது. அதே நேரத்தில் விந்தணு ஆஸ்டரின் மையம் மறுபடியும் கூழாகிறது (liquifies). இதற்குப்பின்தான் ஆம்ஃபிஆஸ்டர் மையப் பரப்பில் உருவாகிறது. இந்தச் சமயத்தில்தான் இரண்டு முன்உட்கருக் களும் இணைவதால், அவற்றில் காணப்படும் உட்கருச் சவ்வுகள் (nuclear membrane) மறைகின்றன. பாடெய்லான் எண்ணத்தின் படி, ஜெல்லாக மாறி எல்லாத் தசைகளிலும் பரப்பப்படுவது தான், முட்டையின் சைட்டோபிளாசத்தை, ஆம்ஃபி ஆஸ்டர் தோன்றுவதற்குத் தகுந்தாற்போல் தயார்செய்கிறது என்று கருதினால் அதன் மூலமாக, உட்கருவுக்கும், சைட்டோ பிளாசத்திற்குமிடையிலுள்ள கால, இட முரண்பாட்டை இல்லாமல் செய்துவிடுகிறது. நீர், நில வாழ்விகளில் நடைபெறும் செயற்கை முறைக் கன்னி இனப்பெருக்கத்தில், இந்த ஜெல்லாகும் செயல், முட்டையின் எந்த பாகத்தில், செல்துகள்கள் துவாரம் செய்வதின் மூலம் செலுத்தப்படுகின்றதோ அந்த இடத் திலிருந்து ஆரம்பிக்கிறது. சேம்பெர்ஸ் (Chambers, 1921) லோப் (lobes) முறைப்படி அதி ஊடு பரவலமுக்கமுள்ள கடல்நீர் கொண்டு பதப்படுத்தப்பட்ட கடல் அர்ச்சின் முட்டைகளில், ஆண்டி-டி-ஜெல்லிஃபிகேசன் (onde-de-gelification) உட்கருவைச் சூழ்ந்திருக்கிற சைட்டோபிளாசத்தில் தோன்றுவதாகக் காட்டியுள்ளார். ஆகவே பேட்டைலான் கோட்பாடுகள் சாதாரணக் கருத்தரித்தலையும், செயற்கைக் கன்னி இனப் பெருக்கம் ஆகிய இரண்டையும் விளக்கமுடிகிறது.

பெரும்பாலானவைகளில் சில தனித்தன்மை வாய்ந்த தொடர்புகள் காணப்படுகின்றன. இவைகள் பெரும்பாலும் வளையத் தசையுடலிகளிலும், மெல்லுடலிகளிலும் காணப்படுகின்றன. இவைகளில் முட்டைகள் தூண்டப்படுவதற்கு முன்னால், **பூப்புப் பிளவுகள்** (maturation division) தோன்றுவதில்லை. இங்கே பொதுவிதியாகப் பிளவிப் பெருகல், முழுமையாக தூண்டப்பட்ட முட்டைகளில் தோன்றுவதில்லை. ஆனால், தூண்டுதல் முழுமையற்றதாக இருந்தால் துருவக் கோள்களின் (polar body) உருவாக்கம் குறுக்கப்பட்டிருக்கும். இந்த வகைகளில், உத்தேசப் பூப்புக்கதிர் பிளவிப் பெருகும் கதிராகவோ அல்லது மூழ்கடிக்கப்பட்ட (submerged) பூப்புப் பிளவாகவோ மாறக்கூடும். இதைத் தொடர்ந்து உட்கருக்கள் இணையலாம். மேலும் செல் மையங்கள் இணையவும் செய்யலாம். பூப்புப் பிளவு மூழ்கடிக்கப்படும் பொழுது **துருவக் கோள்கள்** (polar body) வெளியேற்றப் படுவதில்லை.

மேலேகண்ட பலவகையான சோதனைகளிலிருந்தும், ஆராய்ச்சிகளிலிருந்தும் கீழ்க்கண்ட முடிவுக்கு வரலாம். அதாவது சைட்டோபிளாசம் முழுவதும் ஆஸ்டரை உருவாக்குந் திறமையைக் கொண்டிருக்கிறது. ஆனால், இந்தத் திறமை செல்லின் மையத்தைச் சுற்றி மிக அதிகமாகவும் வலிவுள்ளதாகவும் இருக்கிறது. பொதுவாக செல் மையத்தின் பிளவும் (cytocentre) அதன் மூலம் தோன்றுகின்ற ஆம்ஃபிஆஸ்டரும் எப்படியோ, உட்கருவையும், குறிப்பாக உட்கருப் பிளாசத்தின் இருப்பையும் சார்ந்திருக்கிறது. பொதுவாக முட்டையின் உட்கருவும், செல் மையமும், துருவச் செயல்கள் வெளியேற்றப்பட்டவுடன், **இருமுனைக்கதிரை** (bipolaspindle) ஏற்படுத்த முடிவதில்லை. ஆனால் இந்த இழந்த திறமையை, சைட்டோபிளாசத்தின் வழியாக ஒரு **ஆண்டி-டி-**செல்விபிகேசன் (onde-de-gelification) நடந்தபின், திரும்பப் பெறப்படலாம்.

2. கருத்தரித்த முட்டையின் அமைப்பு
(The Structure of the Fertilised Egg)

முட்டையின் அமைப்பு அதனுடைய ஆரம்ப வளர்ச்சி நிலையில் மிகவும் எளிய நிலையில் இருப்பதுபோல் தோன்றுகிறது. இந்த எளிமை வெளிப்படையானதொன்ருக மட்டுமே இருக்கிறது என்று அறிந்து கொள்ளப்படுகிறது. பின்னல் வளரக்கூடிய உயிரியின் சிக்கலான இடஞ்சார்ந்த முழு அமைப்பு, எளிதாகக் காணக்கூடிய அளவிலில்லாமல் முட்டையினுள் முன்பே அமைந் திருக்கலாம். ‘முன்னுருவாக்கக் கோட்பாடு, (preformation theory) 17-வது, 18-வது நூற்ருண்டில் பல விஞ்ஞானிகளின் ஆதரவைப் பெற்றிருந்தது. இந்தக் கோட்பாட்டின் அடிப்படையில், மலரின் மொட்டினுள், முழுமையான தண்டும், அதோடு இணைந்த இலைகளும், பூக்களும், அடங்கியிருப்பதைப் போல, கருத்தரித்த முட்டையினுள், முழு இளஉயிரி முன்னமேயே இருப்பதாகக் கருதப்படுகிறது. முட்டையின் வளர்ச்சி, முன்னல் தோன்றிய இந்த இளம் மூலத்தின் (germ) மலர்ச்சியாகவே இருக்கலாம். இதற்கு நேர் எதிரிடையிலான கருத்து ஒன்று, எபிஜெனிசிஸ் (Epigenesis) என்னும் கோட்பாட்டினல் காப்பாற்றப் பட்டு வந்தது. இந்தக் கோட்பாட்டின் அடிப்படையில், வளர் கரு அதுபோன்றதொரு நிலையில், முட்டையினுள் இன்னும் இருக்கவில்லை என்பதையே வலியுறுத்துகிறது. ஆனல் வளர்கரு, வளர்ச்சியின் காலப்போக்கில் ஒரு புதிய விளைபொருளாகத் தோன்றுகிறது. 19-ம் நூற்ருண்டில் நுண்ணோக்கி நுணுக்கங்கள் பெரியதொரு முன்னேற்றம் அடைந்திருந்தது. இந்த நுண்ணோக்கி நுணுக்கங்களின் உதவியால் வளர்ச்சி விநோதங்களை ஆராய்ந்தறிய முடிந்தது. இதன் பயனுக முன்னுருவாக்கக் (preformation) கோட்பாட்டிற்கும் எபிஜெனிசிஸ் (epigenesis) கோட்பாட்டிற்கும் இடையிலுள்ள கருத்து வேறுபாடுகள், எபிஜெனிசிஸ் கோட்பாட்டிற்கு சாதகமாகவே முடிவுகட்டப் பட்டது. 1880-க்குப் பின் சில வருடங்கள் கழித்து, வில்ஹெல்ம்

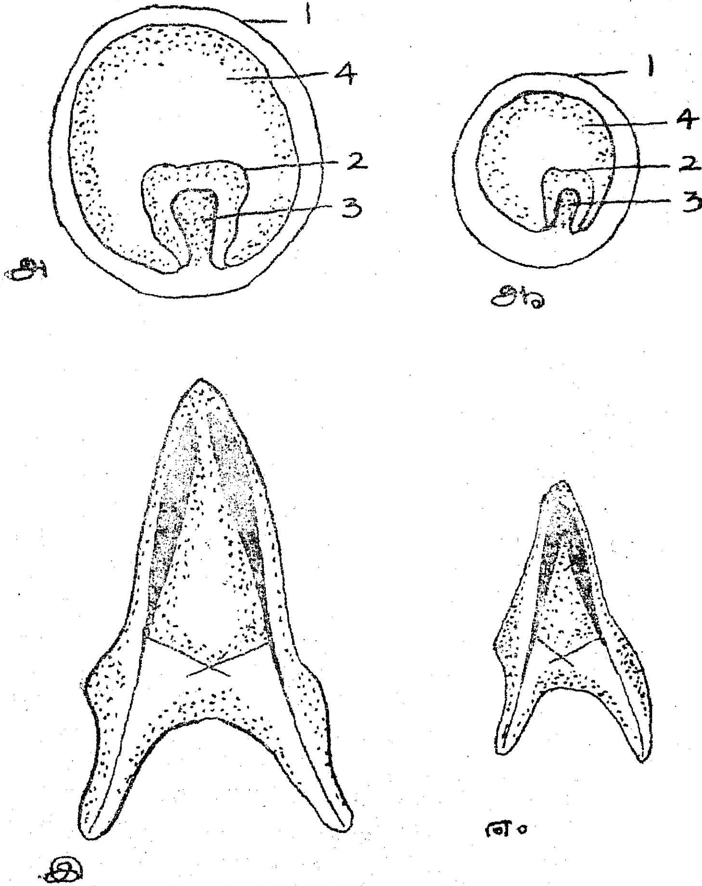
ரூக்ஸ் (Wilhelmroux) என்பவரால், இந்தப் பிரச்சனை வேறுபட்ட உருவத்தில் மீண்டும் துவக்கப்பட்டது. வளர்கரு என்பது அப்படிப்பட்ட நிலையில் உண்மையாகவே கருத்தரித்த முட்டையில் இன்னும் இருக்கவில்லை என்பது உண்மையென்றே கொள்ளப்பட்டது. ஆனால், முட்டையின் இடஞ்சார்ந்த அமைப்பும், அதனுடைய 'பலவான தன்மையின் அளவும்' (degree of multiplicity) ஏறத்தாழவோ, அல்லது முழுமையாகவோ வளர்கரு அமைப்பு அளவிற்கு உயர்ந்தது என்று ஏன் கொள்ளக்கூடாது என்று வினவினார். இந்த முட்டை சிக்கலான தற்செயலான காரணி மண்டலங்களைக் காண முடியாத அளவில் உள்ளடக்கிக் கொண்டிருக்கலாம். இந்த மண்டலங்களின் ஒவ்வொரு பாகமும், முற்றிலும் தனித்து வளர்கருவின் ஒரு குறிப்பிட்ட பகுதியை உருவாக்க வல்லதா யிருக்கலாம். இந்த மண்டலங்களினால் இதைத்தவிர வேறு ஒன்றும் செய்ய முடிவதில்லை. எனவே, வளர்கருவின் ஒவ்வொரு பகுதியும், முட்டையின் ஒரு குறிப்பிட்ட பகுதியில், முன்னமேயே முன்னுருவாக்கப்பட்டுவிடுகிறது என்ற கருத்தை எடுத்துக் காட்டுகிறது. முட்டையின் இந்த இக்கட்டான அமைப்பின் நிகழ்வாக ஒவ்வொரு பாகமும், அதற்கென்று ஒரு குறிப்பிட்ட இடத்தில் காணப்படுகிறது. பல்வேறு உறுப்புகள் ஒவ்வொன்றும் தனித்தனியாக வளர்ந்து கொண்டிருந்தபோதிலும் பின்னால் எல்லாம் ஒன்றாக இணைந்து ஒரு பல்வண்ண ஓட்டின் பகுதிகளைப் போல அமைகிறது. ஆகவே, வளர்ச்சி இடஞ்சார்ந்த பலவாகும் தன்மை அதிகரித்தலை சம்பந்தப்படுத்தாமல் ஏற்கெனவே காணடிமுயாத, முன்னுருவாக்கப்பட்ட இடஞ் சார்ந்த பலவாகும் தன்மையினைத் தெள்ளென வெளிக் கொணர்வதேயாகும். இதைப் புதிய முன்னுருவாக்கப் புனைக் கோட்பாடு என்று கூறலாம். (Hypothesis) (Neo-preformation) இதற்கு மாறுபாடாக புதிய எபிஜெனிசிஸ் (Neo-epigenesis) என்ற புனைக்கோட்பாடும் இருக்கிறது. புதிய எபிஜெனிசிஸ் புனைக்கோட்பாட்டின்படி வளர்கருவின் இடஞ்சார்ந்த பலவகை யான தன்மை எந்த ஒரு வழியிலும் முட்டையில் முன்னுருவாக்கப் படவில்லை ; ஆனால் அது வளர்ச்சி நடந்துகொண்டிருக்கும் காலங்களில்தான் தோன்றுகிறது என்பதாகும்.

வில்ஹெல்ம்ரூக்ஸ் (wilhelmroux) 'வளர்ச்சியின் இயக்க வியல்' அறிவியல் தோற்றத்தின் காரணகர்த்தாவாகக் கருதப் படுகிறார். ரூக்ஸ், இந்தப் பிரச்சனைக்கு முடிவு காண்பதே தன்னுடைய முக்கிய பணியாகக் கருதினார். அந்த நேரத் திலிருந்து பல்வேறு வகையான விலங்குகளில் பல் வகைப்பட்ட

ஆராய்ச்சிகளை மேற்கொள்வதையே எண்ணமாகக் கொண்டார். இது போன்ற ஆராய்ச்சிகள் வளர்ச்சி உயிர் செயலியல் (developmental physiology) முதல் ஆராய்ச்சிக் காலங்களுக்கு முக்கியத்துவம் உள்ளதாக இருக்கின்றன. இவைகளிலிருந்து பெறப்பட்ட முடிவுகளின் பலத்தை ஆதாரமாகக் கொண்டு நன்ருக உருவாக்கப்பட்ட கருத்துகளின் அடிப்படையில் முட்டையின் இடஞ்சார்ந்த பலவான தன்மை, மிகவும் எளியது என்று நிலைநிறுத்த முடியும். ஆகையால், வளர்கருவின் இடம் சார்ந்த பலவான தன்மை வளர்ச்சி நடந்து கொண்டிருக்கும் காலங்களில் பலம் பொருந்தியதாக அதிகரிக்கிறது. இந்தக் கருத்துத்தான் புதிய எபிஜெனிடிக் அனுமானங்களால் சிறந்தனவாகக் கொள்ளப்பட்டிருக்கிறது. இந்த முடிவுக்கு ஈர்த்துச் சென்ற பல சோதனைகளை நாம் இங்கே காணலாம்.

வளர்ச்சிப் பருவத்தின் முதல் படிநிலை, கருத்தரித்த முட்டையின் பிளவிப் பெருகல் (cleavage) மூலம் இரண்டு செல்களாகப் பிளவுபடுதலேயாகும். இவ்வாறு இரண்டாகப் பிளவுபட்ட ஒவ்வொரு செல்லும், மீண்டும் இரண்டாகப் பிரிகின்றது. இப்படியே பிரிந்து, பல பிளவிப்பெருகிய செல்களாக அல்லது கருக்கோளச் செல்களாக (blastomeres) உருவாகும்வரை பிளவு நடைபெறுகிறது. இந்தப் பிளவிப் பெருகல் செயல்முறை செல்களின் வளர்ச்சியைச் சம்பந்தப் படுத்தவில்லை. ஆகையால் இதிலிருந்து தோன்றுகின்ற கருக்கோளம் (blastula) இன்னும், முட்டையின் ஆரம்ப காலத் திலுள்ள உருவளவுடையதாக இருக்கிறது. **1891**-ல் டிரிஷ் (Driesch) என்பவரால், செய்து காட்டப்பட்ட சோதனை இந்தப் பொருள்பற்றிய கருத்துகளின் வளர்ச்சிக்கு மிகமிக முக்கியத் துவம் வாய்ந்தது என்பதைக் காட்டிற்று. அவர் அப்பொழுது தான் வளரத் தொடங்கி இரண்டு செல் நிலையிலிருக்கும் கடல் அர்ச்சின் (sea urchin) முட்டைகளை எடுத்துக் கொண்டார். டிரிஷ் அந்த முட்டைகளை ஒரு சோதனைக் குழாயில் கடல் நீருடன் சேர்த்துக் குலுக்கினுர். பல எடுத்துக்காட்டுகளில் இவ் வழியில் ஒவ்வொரு முட்டையின் இரண்டு கருக்கோளச் செல்களையும் தனித்தனியாகப் பிரித்தார். பின், அவர் தனித் தனியாகப் பிரிக்கப்பட்ட பாதிகளின் எஞ்சிய வளர்ச்சியை உன்னிப்பாக ஆராய்ந்து வந்தார். ஒவ்வொரு பாதியும் முரண் பாடில்லாத, முழுமையாக உருவாக்கப்பட்ட லார்வா (larva) வாக உருவாகின்றன எனபதைக் கண்டார். இந்த லார் வாக்கள், சாதாரண லார்வாவின் உருவளவில் பாதி உருவள வுடையதாகவே இருந்தன.

மேலும் டிரிஷ் (Driesch) நான்கு செல் நிலையில் கருக் கோளச் செல்களைத் தனித்தனியாகப் பிரித்தாலும், அவைகள்



படம் 10.

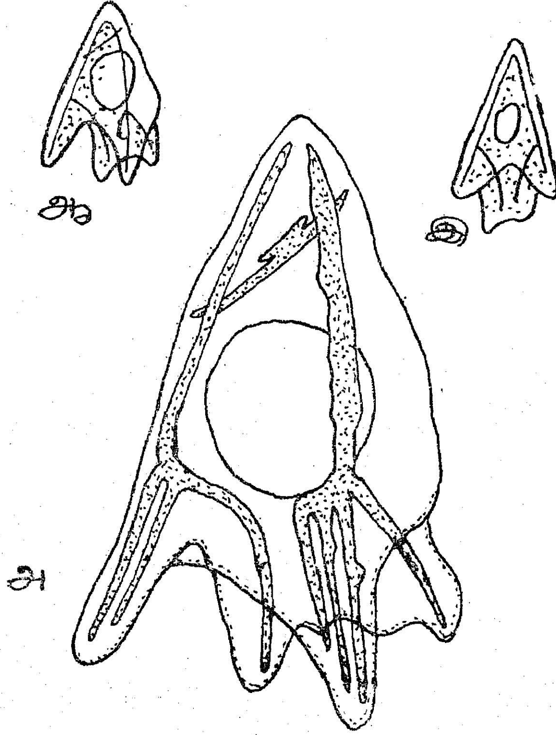
இருபடைக் கருக்கோளமும், கடல் அர்ச்சின் புளூட்டியஸ் லார்வாவும்.
இடப்பக்கம் இ, முழுமையான முட்டையிலிருந்து அ.
வலப்பக்கம் ஈ. பாதி கருக்கோளச் செல்லிலிருந்து ஆ.
முரண்பாடில்லாமல் உருவாக்கப்பட்டது. ஆனால் சிறியது.
1. புற அடுக்கு, 2. அக அடுக்கு, 3. மூலக் குடல், 4. கருக் கோளக் குழி.

இன்னும் முரண்பாடில்லாத முறையில் அமைக்கப்பட்டுக் குறைந்த உருவளவு கொண்ட லார்வாக்களாக வளரும் என்பதைக் கண்டார்.

முழு முட்டையின் அரைப் பகுதியிலிருந்து அல்லது கால் பகுதியிலிருந்து சாதாரணக் கருக்கள் தோன்றுகின்றன. இதே புலன் குறித்த செயல் (phenomenon) வேறு விலங்குகளின் தொகுப்புகளிலும்கூட நிகழ்வதாகக் காணப்பட்டது. எடுத்துக்காட்டாக, நியூட்களின் பல்வேறு இனங்களில் கருத் தரித்த முட்டை இரண்டு செல் நிலையிலுள்ள பொழுது இரண்டு கருக்கோளச் செல்களையும், பிளவிப்பெருகும் வரிப் பள்ளத்தளத்தின் வழியே உரோமத்தினுல் இறுகக் கட்டுவதின் மூலம் இரண்டையும் தனித்தனியாகப் பிரித்து விடமுடியும். இங்கேயும் கூட ஏதோ ஒரு சந்தர்ப்ப சூழ்நிலையில் இரண்டு அரைப்பகுதிகளும் முரண்பாடில்லாத வகையில் அமைக்கப்பட்டு இயல்பான உருவளவில் அரை உருவளவு கொண்ட வளர் கருவாக வளர்ந்து, இரண்டு வளர்கருக்களும் ஒரே முட்டைப் பெட்டகத்தினுள் அமைந்திருக்கின்றன. (Spemann, 1903) நியூட்டின் முட்டைகளில் முதல் பிளவிப்பெருகல் நடைபெற்று முடிவுற்றபின் அதிகக்காலங்கழித்து இரண்டு செல்களையும் இரு பாதிகளாகப் பிரிக்கப்பட்ட போதிலும் ஒவ்வொரு அரைப்பகுதியும் இன்னும் முழுமையான வளர்கருவாக வளரலாம் என்பதையும் கண்டார்.

மற்ற முட்டைகளில் பிளவிப்பெருக்கம் ஆரம்பிப்பதற்கு முன்பே அவற்றிலிருந்து தோன்றும் கரு வளர்ச்சிக்கு எவ்வித இடையூறும் நிகழாவண்ணம் பெரும்பகுதிச் சைட்டோ பிளாசத்தை அகற்றிவிடமுடியும். இதுபோன்ற முட்டை களிலிருந்து சாதாரண வளர்கரு (embryo) ஒரு முட்டையின் பகுதிகளிலிருந்துகூடத் தோன்றலாம். இருந்தபோதிலும், இரண்டு அல்லது இரண்டிற்கு மேற்பட்ட முட்டைகள் ஒன்ருக இணைந்து இணைந்ததிலிருந்து ஒரு தனி வளர்கரு தோன்றுவது முன் குறித்ததிற்கு, மறுதலைக் கருத்தாகத் தோன்றுகிறது. டிரிஷ் (1900) இச் சோதனையைக் கடல் அர்ச்சின் (sea-urchin) வகை விலங்குகளில் நடத்திக் காட்டினுர். இதே சோதனையை பைரென்ஸ்-டி-ஹான் (Bierensde-Hann, 1913) மீண்டும் விரிவாக ஆராய்ந்தார். இரண்டு கடல் அர்ச்சின் முட்டைகளின் வெளியுறைகள் நீக்கப்பட்டு இந்த இரண்டு முட்டைகளையும் ஒன்ருக வைத்து மென்மையான முறையில் அழுத்தப்பட்டன. அவைகள் பின்னர் ஒன்ருக இணைந்து இருமடங்கு உருவளவுள்ள ஒரு மூலமாக (germ) மாறின. ஏதோ சில நிபந்தனைகள் நிறைவேற்றப்பட்டிருந்தால் இப்படிப் பட்ட இணைப்பின் விளைபொருளிலிருந்து முரண்பாடில்லாத வழியில் அமைக்கப்பட்ட முழுமையான வளர்கரு ஒன்று தோன்றக்கூடும்.

மான்கோல்டு, சீடெல் (Mangold-Seidel, 1927) போன்றவர்கள் நியூட்டில் இதே சோதனைகளை நிகழ்த்தியிருக்கிறார்கள். இரண்டு செல் படிநிலையில் முட்டையுறைகளை நீக்கியபின்,



படம் 11.

புளூட்டியஸ் லார்வாக்கள்

அ. கடல் அர்ச்சின் பாராசென்டிரோட்டஸ் லிவிடஸ் புளூட்டியஸ் லார்வா இரண்டு முட்டைகள் இணைவதால் தோன்றியுள்ளது,

ஆ. அதே புளூட்டியஸ் லார்வா 'இ' யுடன் ஒப்பிடுவதற்காக வரையப்பட்டது.

இ. சாதாரண புளூட்டியஸ் லார்வா அதே அளவு வரையப்பட்டது.

நியூட்டின் முட்டைகள் கதாயுத வடிவத்தைப் பெறுகின்றன. ஒரு முட்டை மற்றொன்றின்மேல் குறுக்காக வைக்கப்பட்டால் அவை இரண்டும் ஒன்றாக இணைந்து ஒரு தனி மூலமாக உருவாகின்றன. இதுபோன்ற ஒரு வளர்கருவின் ஒவ்வொரு எதிர் ஜதைப்பகுதியும் மூலமுட்டை இரண்டில் ஒன்றிலிருந்து பெறப்பட்டதாகும். இவ்வாறு இணைந்த முட்டைகளின் பகுதிகள் கிட்டத்தட்ட முரண்பாடில்லாத வழியில் அமைக்கப்பட்ட ஒரு தனி வளர்கருவாக வளரமுடியும் என்பதை

நிரூபிக்கின்றது. இணைந்த முட்டைகளின் பகுதிகள் நியூட்டின் வெவ்வேறு இனத்தைச் சார்ந்திருந்த போதிலும் கூட, ஒரு தனி மூலம் அல்லது வளர்கரு தோன்றுவது சாத்தியமாகவே இருக்கிறது. இந்த வளர்கருவிற்குக் கதம்ப உரு (chimera) என்று பெயர். கதம்ப உருவின் ஒவ்வொரு கால்பகுதியும் இரண்டு இனங்களைச் சார்ந்து ஒன்றுக்கொன்று மாறிமாறி அமைக்கப்பட்ட அமைப்பைக் கொண்டதாக இருக்கிறது.

முட்டை நிலையான இடஞ்சார்ந்த அமைப்புடையது என்ற கருத்தும் இந்த அமைவுதான் முட்டையின் ஒவ்வொரு பகுதியும் ஒரு குறிப்பிட்ட உறுப்பாக வளர்வதற்கு மூல காரணமாக இருக்கிறது என்பதும் மேற்கண்ட சோதனைகளின் மூலம் முற்றிலும் நம்ப முடியாதவைகளாக ஆக்கப்பட்டு விடுகின்றன. பின்வரும் உண்மைகளின் அடிப்படையில் இந்தக்கருத்து இன்னும் குறைவான அளவு செல்லத்தக்கதாக ஆகிவிடுகிறது. முட்டைச் சைட்டோபிளாசத்தின் அமைப்பில் முழுமையான இடையூறுகள் ஏற்படுத்தப்பட்டாலும் அவற்றின் வளர்ச்சி இயற்கைக்கு ஒவ்வா வளர்ச்சியில் முடிவடைவதில்லை. முட்டைகளை மையவிலக்கு சுழற்பகுப்பு முறைக்கு உட்படுத்துவதால் (centrifuge) இடையூறுகளை ஏற்படுத்த முடியும். மையவிலக்குச் சுழற்பகுப்பு விசைகளின் திரிபுகளுக்கு உட்பட்டு முட்டையின் ஆக்கப்பொருள்கள் அவற்றின் ஒப்பு அடர்த்திக்கு ஏற்முற்போல் வரிசைப்படுத்தப்படுகின்றன (specific gravity). அடர்த்தி குறைந்த பொருள்கள் சிறப்பாக கொழுப்புப் பொருள்கள் மையத்தை விட்டு விலகி நுனிப் பகுதிகளிலும் அடர்த்தி அதிகமான பொருள்கள் மையத்தை நோக்கி இழுக்கப்பட்டு மையத்தில் குவியும்படியும் செய்யப்படுகிறது. இந்த வழிமுறைகளினுல் முட்டையின் கொள் பொருள்கள் பல அடுக்குகளாக அமைக்கப்படுகின்றன. இந்த அமைப்பு முட்டையின் இயல்பான அமைப்பிலிருந்து முற்றிலும் வேறுபட்ட அமைப்பாகும். எடுத்துக்காட்டாகப் பாலிக்கீட் புழுக்கள் மெல்லுடலிகள் (polychaete worms, molluscs) ஆகியவற்றின் முட்டைகள் மையவிலக்கு சுழற்பகுப்பு முறைக்கு உட்படுத்தப்பட்டால், அம் முட்டைகளில் பெரும்பாலும் இயல்பான சாதாரண வளர்ச்சி நடைபெறுகிறது. இந்த வளர்ச்சி நடைபெற்றுக் கொண்டிருக்கும் காலங்களில் அடுக்கடுக்கான படுகைகளாக அமைந்தநிலை, ஓரளவு மாறி முட்டைகளின் ஆக்கப்பொருள்கள் கூடுமான வரையில் ஒரே அளவாக மீண்டும் பிரித்துக் கொடுக்கப்படுகின்றது.

இந்தச் சோதனைகளெல்லாம் கருத்தரித்த முட்டையின் சைட்டோபிளாசம் சிக்கலான இடஞ்சார்ந்த அமைப்பைக்

கொண்டிருக்க முடியாது என்பதற்குச் சாதகமான குறிப்பு களையே தருகின்றன. இந்தச் சிக்கலான இடஞ்சார்ந்த அமைப்பின் ஒவ்வொரு பகுதியும் வருங்கால வளர்கருவின் ஒவ்வொரு குறிப்பிட்ட உறுப்புகளைக் குறித்து நிற்கின்றது என்பதையும் நம்ப முடியாததாக்கி விடுகின்றன. இந்தநிலை உண்மையாக இருந்திருக்குமேயானால் இது போன்றதொரு அமைப்பைப்பெற்ற முட்டை இரண்டு அரைப்பகுதிகளாக அல்லது இரண்டு கருக்கோளச் செல்களாகப் பிரிக்கப்படும் பொழுது அந்த அரைப்பகுதியிலிருந்து வளர்ச்சியுறும் வளர் கருவில் திட்டவட்டமாக சில குறைபாடுகள் காணப்பட வேண்டும். இதற்குமேல் இந்த இரண்டு மண்டலங்களின் இணைவால், எப்படி முற்றிலும் ஒன்றுபட்ட பண்புகளைக் கொண்ட வளர்கரு தோன்றமுடியும் என்பன போன்றவைகளைக் கற்பனை செய்வதுகூடக் கடினமாக இருக்கிறது. முடிவில் முட்டை இக்கட்டான அமைப்பைக்கொண்ட நிலையில், ஒருமுறை இடையூறு நேரும்படிச் செய்துவிட்டால், எப்படி மீண்டும் தன்னுடைய இயல்பான முதல் நிலைக்கு முட்டை வரமுடியும் என்பது புரிந்துகொள்ள முடியாததாயிருக்கிறது.

வெளிப்படையான—முடிவான கருத்து என்னவென்றால் முட்டையின் சைட்டோபிளாசம் அது போன்றதொரு சிக்கலான—இக்கட்டான அமைப்பைக் கொண்டிருக்கவில்லை என்பதுதான். அதாவது முட்டைகள் விரிவான பலவான தன்மையைக் (extensive multiplicity) கொண்டிருக்கவில்லை என்பதாகும். ஆனால், முட்டையின் சைட்டோபிளாசம் கிட்டத்தட்ட ஒரே சீரான மண்டலமாக இருக்கிறது. (homo-genous). இது போன்றதொரு ஒரே சீரான மண்டலம் எடுத்துக் காட்டாக ஒரு தண்ணீர்த்துகள் இரண்டாகப் பிரிக்கப் படலாம். இது போன்ற ஒரே தன்மையுடைய மண்டலங்கள் ஒன்றாக இணைந்து, ஒரே பண்புடையதாக உருவாக முடியும். ஒரு சிறு மாற்றம், ஒரே சீரான நிலையைக் கொடுக்கலாம். இவ்வாறு ஒரே சீரான நிலையைக் கொடுக்கும் காரணிகளின் கிரியைகள் நிறுத்தப்பட்டுவிட்டால், ஒரே சீரான நிலையை மீண்டும் பெற்று விடமுடியும். ஏனென்றால் மண்டலத்தின் பகுதிப்பொருள்கள் தங்களுடைய இயல்பான சமநிலைக்கு அதாவது ஒரே சீரான பங்கீடு நிலைக்குத் திரும்பவும் வந்து விடுகிறது. ஆகையால் முட்டை சைட்டோபிளாசத்தின் பலவானதன்மை, முக்கியமாக விசாலமானதாக இருக்க வேண்டும். முழுமையான விளக்கத்திற்காக மேலே குறிப்பிட்ட சோதனைகளுக்கு வேறொரு விளக்கத்தையும் இங்கே கூற வேண்டியிருக்கிறது. ஒருவரால் இன்னும் முட்டைச் சைட்டோ

பிளாசம் சிக்கலான அமைப்பைக் கொண்டிருக்கிறது என்ற கருத்தை நிலைநாட்ட முடியும். இந்தச் சிக்கலான அமைப்பு மேலே கண்ட சோதனைகளில் நிலைகுலைக்கப்படுகிறது என்ற கருத்தையும் பராமரித்து வரலாம். அப்படியிருக்குமேயானால் ஏறத்தாழ விளங்காத உயிராதாரமான விசை (vitalforce) ஒன்று இருப்பதை ஆராய்ச்சியின் அடிப்படையாகக் கொள்ளப் பட்டதை மெய்மை என்றே நம்பவேண்டும். இந்த உயிரா தாரமான விசை முட்டை சைட்டோபிளாசத்தின்நிலை குலைக் கப்பட்ட பின்னும் முட்டையின் இயல்பான சாதாரண அமைவைப் பெறும்படியாகச் செய்து விடுகிறது என்று கருத வேண்டும். இதுபோன்றதொரு விளக்கம் டிரிஷ் (Drieseh) என்பவரால் கொடுக்கப்பட்டது. அவருடைய சோதனை களிலிருந்து கிடைத்த முடிவுகள் என்டிலெக்கி (enetelechy) என்ற ஒரு விசை நிலை பெற்றிருப்பதை உறுதி செய்வதாக இருக்கின்றன. என்டிலெக்கி என்ற விசை, நிலைகுலைக்கப்பட்ட முட்டை சைட்டோபிளாசத்தை 'நெறிப்படுத்தி' இயல்பான சாதாரண வளர்ச்சி மீண்டும் தோன்றுமாறு செய்கிறது என்று கருதினார். இது ஒரு ஐயத்திற்கிடமில்லாத விளக்கமாக இருக்கிறது. இதுதான் வெளிப்படையான மிக முக்கியமான விளக்கம் என்று கொள்வதற்கில்லை. ஏனென்றால், இந்தக் கருத்து புதிதாக உட்புகுத்தப்பட்ட முற்றிலும் அனுமானக் காரணிகளின் அடிப்படையிலிருந்து தோன்றியதாகும். இப் பொழுது உண்மையான நம்பக்கூடிய எளிமையான விளக்கங் களைக் கண்டறிவது அறிவியலின் தலையாய செயலாக இருக் கிறது. இது போன்ற எளிமையான விளக்கங்கள் அறிவியலால் கண்டுபிடிக்கப்படும் வரையில், மேலே குறிப்பிட்ட விளக்கம், பொய்யென ஆக்கப்படும் வரையில், அதை ஏற்றுக்கொள்ள வேண்டியிருக்கிறது. ஆகையால், டிரிஷ் என்பவரால் கொண்டு வரப்பட்ட என்டிலெக்கி என்ற அனுமானத்திற்குச் சாதகமான ஆதாரங்கள் கிடைக்கும் வரை அதைத் தள்ளிவிடுவோமாக. ஆகவே மொத்தத்தில் முட்டை சைட்டோபிளாசம் விரிவான பலவான தன்மையை மட்டும் கொண்ட ஒரே சீரான மண்டலம் என்ற முடிவையும் ஏற்றுக்கொள்ள வேண்டும்.

வெவ்வேறு விலங்குத் தொகுப்புகளின் வளர்ச்சிகள் ஒரே வகையுடையதாக இருக்கும் வகையில் நடந்து கொள்வதில்லை. இதே கருத்து மேலே கண்ட சோதனைகளிலிருந்து பெற்ற முடிவு களுக்குப் பொருத்தமாக இருக்கிறது. மேலே குறிப்பிட்டவை களல்லாத, வேறு சில முட்டைகளில் மாறுபட்ட முடிவுகள் கிடைத்திருக்கின்றன. உதாரணமாக மைய விலக்குச் சுழற் பகுப்பு முறைச் சோதனைகள் பல இனத்தைச் சேர்ந்த

விலங்குகளின் முட்டைகளின் வளர்ச்சியில் உண்மையாகவே சில இடையூகளை ஏற்படுத்துகின்றன. ஆகையால், கடந்த சில காலங்களில் இரண்டு வகையான முட்டைகள் பகுத்தறியப் பட்டன. (1) **ஒழுங்கான அமைப்புடைய முட்டைகள்** (mosaic eggs). இந்த முட்டைகள் சிக்கலான இடஞ்சார்ந்த அமைப்பைக் கொண்டிருக்கின்றன. இந்தச் சிக்கலான இடஞ்சார்ந்த அமைப்பில் ஏற்படும் ஒவ்வொரு இடையூறும் வளர்ச்சியிலும் இடையூறுகளை ஏற்படுத்துகின்றன. (2) **நெறிப்படுத்தும் முட்டைகள்** (regulative eggs). இந்த முட்டைகளில் இடஞ்சார்ந்த அமைவு (spatial structure), நன்ருக வளர்ச்சியுறவில்லை. இந்த முட்டைகள் மிகவும் இளக்கமான இடஞ்சார்ந்த அமைப்புடையவைகள். இவைகளின் அமைவு மண்டலங்களில் ஏற்படும் இடையூகளைச் சுலபமாக நெறிப்படுத்துகின்றது. ஒழுங்கான அமைப்புடைய முட்டைகள் (mosaic eggs) இயல்புக்கு மாறுபட்டு நடக்கும் நடத்தைக்கு அந்த முட்டைகளின் அமைப்பில் காணப்படும் மூலாதாரமான வேறுபாடுகள் காரணமாக இருக்க முடியாது. ஆனுல், அந்த நடத்தைக்குப் பல இடை நிகழ்வுகளும் ஆய்ந்து காணப்படாத காரணிகளும் காரணமாக இருக்கலாம் என்று கருதப்படுகிறது. ஆகையால் இந்த முட்டைகளைப் பொருத்த அளவில் பின் வருவதைக் கூறமுடியும். அதாவது வளர்ச்சியின் ஆரம்பகாலத்திலிருந்தே, முட்டை சைட்டோபிளாசம் இடஞ் சார்ந்த பலவான தன்மையை மிகக் குன்றிய அளவில் கொண்டிருக்கலாம் அல்லது முற்றிலும் இல்லாமலே இருந்திருக் கலாம் என்பதை ஏற்றுக்கொள்ள வேண்டியதாக இருக்கிறது.

கடந்த சில ஆண்டுகளாக, நடந்த ஆராய்ச்சிகளில் சில புதிய முறைகள் கையாளப்பட்டதால் சைட்டோபிளாசத்தின் அமைப்பைப் பற்றிய தேர்ந்த அறிவு அதிக வளர்ச்சியடைந் துள்ளது. சைட்டோபிளாசம் சில பண்புகளில் திரவத்தின் குணங்களைப் பெற்றிருப்பதாகக் காணப்படுகிறது. கடல் அர்ச்சின் (sea-urchin) முட்டைகளின் புரோட்டோபிளாசத்தின் குழைமநிலை (viscosity) தண்ணீரின் குழைம நிலையைவிடச் சில மடங்குதான் அதிகமாக உள்ளது என்று காட்டப்பட்டிருக் கிறது. பல முட்டைகளில் தெளிவானதொரு புரோட்டோ பிளாச ஓட்டத்தைக் (current) காணமுடிகிறது. முட்டையின் புரோட்டோபிளாசத்தில் காணப்படும் துகள்களின் அசைவு களால் பிரௌனியன் இயக்கத்தையும் (Brownian Movement) கண்டிருக்கிருர்கள். (உதாரணம்: உருளைப்புழுக்களின் முட்டைகள் இருப்பினும் வேறு சில கூர் நோக்கங்கள் சைட்டோபிளாசம் ஒரு கலப்பற்ற சுத்தமான திரவம் இல்லை என்பதைக் காட்டு கின்றன. ஆனுல், சைட்டோபிளாசம் மீள்விசைப் பண்புகளைக்

கொண்டிருக்கிறது. ஒரு செல்லால் எடுத்துக் கொள்ளப்பட்ட இரும்புத் துகள்களைக் காந்தப்புலங்களின் உதவியால் (magnetic field) இடம் பெயரச் செய்யலாம். காந்தப்புலன் நீக்கப்பட்ட வுடன், மீள்விசையின் காரணமாக அவைகள் அவைகளின் முந்திய நிலைக்குத் திரும்பிவிடுகின்றன.

ஃப்ரைவைஸ்சிலிங் (Frey - wysslign) என்பாரின் கருத்துப்படி புரோட்டோபிளாசம் நீண்ட பல பாலிப்பெப்டைடு சங்கிலி அணுத்திரண்மங்களால் (molecules) ஒன்றுக்கொன்று பக்கச் சங்கிலிகளின் மூலம் தொடுக்கப்பட்டிருக்கிறது என்று கூறினர். இருப்பினும், இந்த இணைப்புகள் (contacts) தொடர்ந்து அவ்வப்போது துண்டிக்கப்பட்டு மீண்டும் இணைக்கப்படுகின்றன. இவ் வகை அமைப்பினுல் உருவாக்கப்பட்ட வலைப்பின்னல் களுக்கிடையிலுள்ள வலைக்கண்கள் (meshes) உப்பு, புரதம், பாஸ்ஃபடைடுகள் (phosphatides) போன்றவைகள் கரைந்த நீர்த்திரவத்தால் நிரப்பப்பட்டிருக்கின்றன. இந்தப் பொருள்கள் பலவகையான அமைப்பு முறைகளில், பாலிப்பெப்டைடு அணுத் திரண்மங்களின் சுயேச்சையான பக்கச் சங்கிலிகளைச் சுற்றிலும் அமைக்கப்பட்டிருக்கின்றன.

இதற்குமேலும், சில முட்டைகளில் மூலக்கூறுகள் நுண்ணோக்கியின் கீழ்படி நிலையுள்ள கரடுமுரடான அமைப்பு களின் மேல் இருத்தப்பட்டிருப்பது வெளிப்படையாகத் தெரிகின்றன. இந்த அமைப்பு குறிப்பாக மோனியின் (Monne, 1946) ஆராய்ச்சிகளிலிருந்து வெளிப்படுகிறது. இங்கு முட்டை சைட்டோபிளாசம் 50—100 மியு பருமனுள்ள நாரிழை களாலான (fibrillae) வலைப் பின்னலைக் கொண்டுள்ளது. இந்த ஸ்பாஞ்சியோ பிளாசத்தின் (spongio plasm) கண்ணறைகள் அல்லது இடைவெளிகள் மைட்டோ காண்டிரியான்கள், மஞ்சட்கருத் துகள்கள், எண்ணெய்த்துளிகள் போன்றவை களடங்கிய என்கைலிமா (enchylema) என்ற அதிகத் திரவத் தன்மை கொண்ட பொருளால் நிரப்பப்பட்டுள்ளன. ஸ்பாஞ் சியோபிளாச நாரிழைகள் ஒரே சீரானவைகளல்ல. ஆனுல் இந்த நாரிழைகள் ஏதோ ஒரு சாயத்தை ஏற்றுக்கொள்ளும் தன்மையுடைய நிறமித் துகள்கள் ஒன்றுவிட்டு ஒன்ருக அமைக்கப்பட்டிருக்கும் அமைப்பைக் கொண்டிருக்கின்றன. இவ்வாறு ஒன்றுவிட்டு ஒன்ருக அமைந்திருக்கும் பகுதிகள் ஒன்றில் குரோமிடியா அல்லது மைக்ரோசோம்களும் மற்ருென்றில் இடைக் குரோமிடியல் பகுதிகளும் (inter-chromidial) இருக்கின்றன. குரோமிடியாக்கள் ரைபோநியூக்ளிக் அமிலத்தை அதிக அளவில் வைத்திருக்கின்றன. ஸ்பாஞ்சியோ பிளாச நாரிழைகளை ஒளிப் போக்கின் திசையை ஒருமுகப்படுத்தும் நுண்ணோக்கியின் மூலம்

பார்த்தால் நீளவாட்டுத் திசையில் எதிர்ப்பை ரெவ்ரிஜென்ட்டை (birefringent) ஏற்படுத்தும் தன்மையுடையவைகளாக இருக்கின்றன என்று நிரூபிக்கப்பட்டிருக்கிறது. இந்த நாரிழைகள், புரோட்டீன் சங்கிலி மூலக்கூறுகளின் திரள்கள் என்றும் இச் சங்கிலிக்குச் செங்குத்துக் கோணங்களில் கொழுப்பு அணுத்திரண்மங்கள் அமைந்துள்ளன என்றும் முடிவு செய்யப்பட்டிருக்கிறது. குரோமிடியாப் பகுதிகளில், பாலிப் பெப்டைடு சங்கிலிகள் மடிக்கப்பட்டிருக்கின்றன என்பது சாத்தியமானதாகவே இருக்கிறது. ஆனால், இரண்டு குரோமிடியாக்களுக்கிடையிலுள்ள பகுதிகளில் பாலிப்பெப்டைடு சங்கிலிகள் நீட்டப்பட்டிருக்கின்றன.

அண்மைக்காலங்களில், எலெக்டிரான் நுண்ணோக்கி சைட்டோபிளாசத்தின் மிக நுண்ணிய அமைப்பை ஆராய்ந்தறிவதை எளிதாக்கிற்று. சைட்டோபிளாசம் மிகவும் மென்மையான அமைப்பைக் கொண்டிருக்கிறது என்று காட்டப் பட்டிருக்கிறது. இந்த மென்மையான அமைப்பு போர்டர் (Porter) என்பவரால் எண்டோபிளாசவலே என்று அழைக்கப் படுகிறது. இது ஒரு நுண்குமிழ் மண்டலங்களைச் சூழ்ந்து கொண்டிருக்கும் நீட்டப்பட்ட ஆதாரத் தசைமங்களால் (trabeculae) உருவாக்கப்பட்டிருக்கிறது என்று போர்டர் நம்பினார். ஏனைய ஆசிரியர்கள் இது இரட்டை லாமல்லே தொகுப்பு மண்டலங்களால் உருவாக்கப்பட்டிருக்கிறது என்று நம்புகிறார்கள்.

பலேடு (Palade) என்பவரால் முதன் முதலில் கண்டறியப் பட்ட, 100—150A° ஆங்ஸ்டிரம் அளவு விட்டமுடைய எண்ணற்ற நுண்ணிய துகள்கள் ஆதாரத் தசைமங்களையும் அல்லது லாமெல்லேக்களையும் சூழ்ந்துகொண்டிருப்பது காணப் பட்டது. இந்த ஒழுங்கமைவு மண்டலம், பழங்கால ஆசிரியர்களின் எர்காஸ்டிரோபிளாசத்தை (ergastro plasm) ஒத்திருக்கலாம் என்பது சாத்தியக் கூறுகவே இருக்கிறது. இந்த எர்காஸ்டிரோ பிளாசம் தனித்தன்மையுடைய புரதங்களை உற்பத்தி செய்யும் செய்முறைகளில் ஈடுபட்டிருக்கலாம் என்று கருதப்பட்டது.

பல ஆராய்ச்சிகளுள் பிராசெட் (Brachent) என்பவரால் நடத்தப்பட்ட ஆராய்ச்சிகள் முதன்மையானவைகள். இவரின் ஆராய்ச்சிகள் சேதமுற்ற செல்களிலிருந்து அதிவிரைவுமைய விலக்குச் சுழற் பகுப்பு முறையின்படி (ultracentri fugation) மைக்ரோசோம்கள் (microsomes) தனித்தனியே பிரித்தெடுக்க முடியும் என்பதை எடுத்துக்காட்டுகின்றன. இந்த மைக்ரோ சோம்கள் மோனியின் (Monne's) குரோமிடியாக்களை முற்றிலும்

ஒத்திருக்கலாம். இந்த மைக்ரோசோம்கள் ரைபோ நியூக்ளிக் அமிலத்தைக் கொண்டிருப்பதோடன்றிச் சல்ஃப்ஹைடிரில் கூட்டுப் பொருள்களையும் (sulphydryl compounds) சுண்ணம், மாங்னீசியம், பாஸ்ஃபடைடுகள், எண்ணற்ற நொதிகள் ஆகியவைகளையும் கொண்டிருந்தன. இந்த மைக்ரோசோம்கள், வளர்சிதை (metabolism) மாற்றத்திற்கும் புரோட்டீன் தொகுப்பிற்கும் மிக முக்கிய மான மையங்களாக இருப்பது சாத்தியமாகவே இருக்கிறது. மைக்ரோசோம்கள் பிரிவடைவதன் மூலம் எண்ணிக்கையில் பெருகுகின்றன என்பதற்குச் சில குறியீடுகள் இருக்கின்றன. இதற்கு மாறாகத் தற்கால உயிர் வேதியியல் ஆராய்ச்சிகளும் எலெக்டிரான் நுண்ணோக்கியின் மூலம் கிடைத்த கூர் நோக்கங் களும், மைக்ரோசோம்கள் சாதாரண செல்களின் உண்மையான பகுதிப் பொருள்களாக இருக்கின்றனவா என்பதைப் பற்றிச் சில ஐயப்பாடுகளைத் தோற்றுவித்துள்ளன. மைக்ரோசோம்கள் உண்மையிலேயே மிகவும் சிக்கலான அமைப்புடையதன் (உதாரணமாக எர்காஸ்டிரோ பிளாசம்) துணுக்குகள் என்பதையே உணர்த்துகின்றன.

முட்டையின் புறப்பரப்பில் மிகவும் திடமான நெருக்கமான செல் அடுக்குடைய ஒரு அடுக்கு காணப்படுகிறது. இதற்கு **முட்டைப் புறணி** (egg cortex) என்று பெயர். பெரும்பாலான வகைகளில், கருத்தரித்தல் நடைபெறுவதற்கு முன்பே மேற் புறப்பரப்பின் உறைவினால், புறணி ஏற்கனேவே உண்டாக்கப் பட்டுவிடுகிறது. புறணி ஒரு சில மியு பருமனுள்ளதாக இருக்கலாம். மான்ராய், மோனி (Monroy 1947, Monne) ஆகியோரின் ஆராய்ச்சிகள் கடல் அர்ச்சின் முட்டையின் புறணியில் புரத அடுக்குகளும், கொழுப்பு லாமெல்லேக்களும் மாறி மாறி அமைக்கப்பட்டிருக்கின்றன என்பதைக் காட்டு கின்றன. நூல் போன்ற பாலிப்பெப்டைடு சங்கிலிகள் முட்டையின் மேற்பரப்பிற்கு இணையாக இருக்கின்றன. அப்படி யிருக்க, கோல்வடிவமுள்ள கொழுப்பு அணுத்திரண்மங்கள் முட்டையின் மேற்பரப்பிற்குச் செங்கோணத்தில் அமைந்திருக் கின்றன. முட்டை கருத்தரிக்கும் பொழுதும் முதல் பிளவிப் பெருகல் நடைபெறும் பொழுதும் புறணியின் அமைப்பில் சந்தமுடைய (rhythmical) மாற்றங்கள் நிகழ்கின்றன.

இவையாவும் உண்மையில் முட்டை சைட்டோபிளாசத் தின் உள்ளார்ந்த அமைப்பு மிகவும் சிக்கலானது என்று காட்ட முற்படுகின்றன. ஆனல், அதனுடைய அமைப்பு வருங்கால வளர்கருவின் அமைப்பை எவ்வகையிலும் நிழலிட்டுக் காட்டுவதாக இல்லை. மேலே **வ**ரையறுத்துக் கூறியதுபோல்

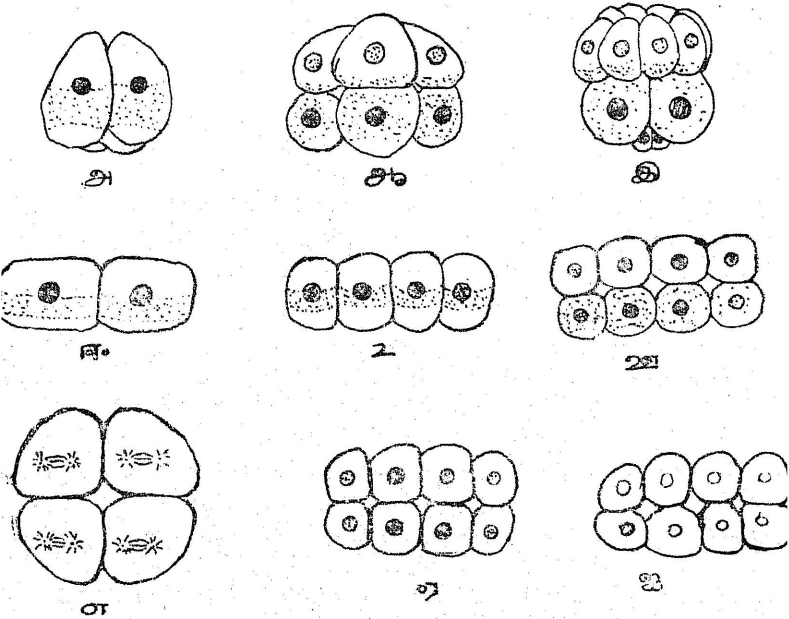
சைட்டோபிளாசம் முழுவதும் விசாலமான பலவான தன்மையை (intensive multiplicity) இயல்பாகக் கொண்டிருக்கிறது.

இருப்பினும், முட்டை சைட்டோபிளாசத்திற்கு, கருத்தரித்த முட்டை மேலும் ஒரு உட்கருவைக் கொடுக்கிறது. இந்த உட்கரு, முட்டை உட்கரு, விந்தணு உட்கரு ஆகிய இரண்டு உட்கருக்களும் ஒன்ருக இணைவதால் தோற்றுவிக்கப்பட்டதாகும். பிளவிப்பெருகல் நடைபெறும் காலங்களில் இந்த உட்கரு பல எண்ண பிளவிப் பெருகல் உட்கருக்களாகப் (cleavage nuclei) பிரிகின்றன. இவ்வாறு பிளவுபட்ட ஒவ்வொரு பிளவிப்பெருகல் உட்கருவும் வெவ்வேறு கருக்கோளச் செல்களுக்குச் (blastomere) செல்கின்றன. முட்டையின் சிக்கலான இடஞ்சார்ந்த அமைப்பு அதனுடைய சைட்டோபிளாசத்தில் இல்லாமலிருக்கலாம் ஆனால் உட்கருவில் இருக்கலாம். உட்கருவில் வருங்கால வளர் கருவின் இடஞ்சார்ந்த பலவான தன்மை, ஏதோ ஒரு வழியிலோ அல்லது பல்வேறு வழிகளிலோ முன்னுருவாக்கப்பட்டிருக்கலாம் என்பது உண்மையாகக்கூட இருக்காலமல்லவா ?

1892-ல் வீஸ்மேன் இவ்வுத்தேசக் கருத்திற்கு ஆதரவு காட்டினர். அவரது கருத்துப்படி கருத்தரித்த முட்டையின் உட்கரு ஒரு முத்தளப்பரிமான உருவளவு அமைப்புடைய ஐட் (id) என்ற ஒன்றைக் கொண்டிருக்கிறது என்று கருதினர். இந்த ஐட் ஆக்கப்பொருள் துகள்கள் அடங்கிய நிர்ணயிப்பவைகள் (determinants) என்பதைக் கொண்டிருக்கின்றது. பிளவிப் பெருகல் நடைபெற்றுக்கொண்டிருக்கும் பொழுது உட்கரு பிளவுபடும் காலங்களில் இந்த ஐட் (id) வெவ்வேறு பிளவிப் பெருகிய உட்கருக்களுக்குப் பகிர்ந்து கொடுக்கப்படுகிறது. ஒவ்வொரு கருக்கோளச் செல்லின் உட்கருவும் நிர்ணயிப்பவைகளினுடைய ஒரு பகுதியை மட்டுமே பெறக்கூடும். இதன் விளைவாக ஒவ்வொரு கருக்கோளச் செல்லின் உட்கருவிலும் ஒரே ஒரு நிர்ணயிப்பவிதான் இருக்கமுடியும். இந்த நிர்ணயிப்பவிகள் பின்னல் அதனுடைய இயக்க விளைவுகளைச் செல்களின் மேல் முனைவிக்கின்றன. அதன் விளைவாக ஐயப்பாட்டிற்கு இடமில்லாத வகையில் செல்லினுடைய மாறுபாடடைதலை நிர்ணயிக்கிறது. வேருெரு வகையில் கூறினல், வளர்கருவின் இடஞ்சார்ந்த பலவான தன்மை ஐட்டினுடைய (id) கட்டுக்கோப்பில் (architecture) முன்னுருவாக்கப்பட்டிருக்கலாம் என்றும் கூறலாம். பிளவிப்பெருகல் காலங்களில் நிர்ணயிப்பவைகளின் பங்கீட்டு முறையை ஆட்சி செலுத்தும் விதிகள், வளர்ச்சிச்

செயல் முறைகளை அதனுடைய இயல்பான வழியில் நடைபெறுமாறு பார்த்துக் கொள்கின்றன.

வீஸ்மான் கோட்பாட்டின் அடிப்படையில் உய்த்துணரப்பட்ட இரண்டு அனுமானங்கள், பரிசோதனைகள் மூலம் நிரூபிக்கப்பட வேண்டியவைகளாக இருக்கின்றன. (1) பிளவிப் பெருகல் நடைபெறும் காலங்களில் தோன்றிய உட்கருக்களுக்குள் பண்பு சார்ந்த (qualitative) வேறுபாடுகள் இருக்க வேண்டும். (2) சாதாரண பிளவிப்பெருகலின் போக்கில் ஏற்படும்



படம் 12.

கடல் அர்ச்சின் முட்டை அழுத்தத்திற்குட்பட்டு பிளவிப் பெருகும் படங்கள்.

அ, ஆ, இ இயல்பான பிளவிப் பெருகல், 4, 8, 16 செல்படி நிலைகள்.

ஈ, உ, ஊ, எ, ஏ, ஐ புற அழுத்தத்தினால் தட்டையாக்கப்பட்ட முட்டையின் பிளவிப் பெருகல்,

ஈ, உ, ஊ பக்கவாட்டுப் பார்வை,

எ, ஏ, ஐ மேலிருந்து பார்வை. ஒத்த தோற்றமுடைய உட்கருக்கள், எல்லா எடுத்துக்காட்டுகளிலும் ஒரே மாதிரி காட்டப்பட்டிருக்கின்றன.

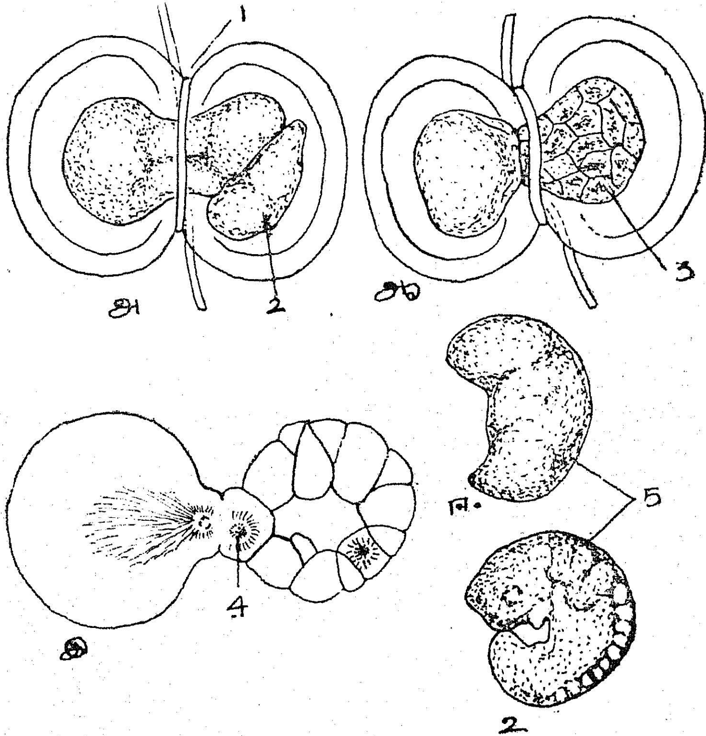
இடையூறுகள் செல்களுக்குள் நிர்ணயிப்பவைகளின் பங்கீட்டு முறையைத் தோற்றுவிக்கலாம். ஆகவே இந்த இயற்கைக்கு மாறுபட்ட பங்கீட்டு முறையின் காரணமாக இயல்பற்ற வளர்ச்சி

தோன்றுகிறது. சோதனைகள் வாயிலாக மேலே கூறப்பட்ட முடிவுகள் உண்மையோடு ஒத்திருக்கவில்லை என்று காட்டப் பட்டால் இந்தக் கோட்பாடு சரியானதல்ல என்று கொள்ள வேண்டும்.

இப்பொழுது பிளவிப்பெருகிய செல்களைத் தனித்தனியாகப் பிரித்தெடுக்கும் சோதனைகளிலிருந்து முதற் சில கருக்கோளச் செல்களின் உட்கருக்கள், பண்படிப்படையில் வேறுபாடுகளைப் பெற்றிருக்கவில்லை என்பதை முன்பே கண்டிருக்கிறோம். நியூட்டின் இரண்டு செல்படி நிலையிலிருந்தும் கடல் அர்ச்சினின் நான்கு செல்படி நிலையிலிருந்தும் பெற்ற தனி ஒரு கருக்கோளச் செல் இன்னும் சாதாரண வழியில் அமைந்த ஒரு முழுமையான வளர்கருவை உண்டு பண்ணுகிறது என்பதைக் கண்டோம். இந்தச் செல்களின் உட்கருக்கள் இன்னும் கருத்தரித்த முட்டையின் ஆரம்பநிலையிலுள்ள உட்கருவுக்குச் சமமாகவே இருக்கிறது என்பதை நிரூபிக்கிறது. மற்றொரு வகையில், பிளவிப் பெருக்கத்தை விளக்கினால் இந்த நிலை வரையிலும் பகுப்பு நடைபெறவில்லையாதலால் அது சமமற்ற முடிவுகளை விளைவிக்க வில்லை என்று கூறலாம். இந்தக் கருத்து, இன்னும் மிகத் தெளிவாகப் பின்வரும் பரிசோதனைகளினால் அறியப்படுகிறது. டிரிஷ் (Driesch, 1893) வளரும் கடல் அர்ச்சின் முட்டைகளை இரு கண்ணாடித் துண்டுகளுக்கிடையில் வைத்தார். வைக்கவே அவைகள் சிறிதளவு தட்டையாயின. இந்த அமைப்பு, பிளவிப் பெருகல் நடைபெறும் தளத்தின் திசையை மாற்றிற்று. ஆகவே பிளவிப்பெருகிய செல்களில், ஒன்றுக்கொன்று சம்பந்தப்பட்ட நிலைகளின் அமைப்பில் ஒழுங்கீனம் தோன்றிற்று. இதன் காரண மாகப் பிளவிப் பெருகிய உட்கருக்கள் 'தவறான' செல்களின் மேல் நிலைப்படுத்தப்பட்டன (படம் 12). இப்படி இருந்தபோதிலும், முட்டைகள் இயல்பான வளர்கருக்களாக வளர்ந்தன. எனவே, பிளவிப்பெருக்கம் நடைபெறும் போக்கில் ஏற்படும் இடையூறுகள் எஞ்சிய வளர்ச்சியில் இயக்க விளைவுகளை ஏற்படுத்துவதில்லை என்பது தெரியவருகிறது.

ஸ்பீமான் (Spemann, 1928) கருத்தரித்த ஆனால், பிளவடை யாத நியூட்டின் (newt) முட்டைகளில், உரோமத்தினால், முடிச் சிடுவதால், அவைகள் கதை வடிவத்தைப் பெறும்படிச் செய்தார். இவ் வடிவம் பெற்ற முட்டையின் ஒரு முனையில் உட்கரு காணப் பட்டது. இந்தப் பகுதி மட்டும் பிளவிப் பெருக்கத்தைத் தோற்று விக்கும் ஆற்றலைப் பெற்றிருந்தது. உட்கருவற்ற மற்றொரு பாதி, பகுப்படையாமலேயே இருந்தது. (படம் 13, அ, ஆ). எப்படி யிருப்பினும், ஏதோ ஒரு குறிப்பிட்ட எண்ணிக்கை பகுப்பு

களுக்குப் பின்னர், அதாவது, உட்கருவுள்ள, பாதி 8 அல்லது 16 செல்களாகப் பிரிந்தபொழுது பிளவிப்பெருகிய உட்கருக்களில்



படம் 13.

டிரைட்டான்–இல் உட்கரு இணைவு தாமதப்படுத்தப்படல் கருவுற்ற முட்டையில் இறுக்கத்தினால் ஒரு பக்கத்திற்குத் தள்ளப்படுகிறது.

அ. உட்கருக் கொண்ட முட்டையின் பகுதியில் முதல் பிளவிப் பெருகல்.

ஆ. முதல் பிளவிப் பெருகிய பகுதி மீண்டும் பிளவிப் பெருகல். அடுத்த பகுதி இன்னும் பிளவிப் பெருகவில்லை.

இ. உட்கருக் கொண்ட பகுதியிலிருந்து, உட்கருவில்லாத பகுதிக்கு உட்கரு ஊடுருவிச் செல்லும் பாதை பின்னதில் வளர்ச்சி ஆரம்பிக்கிறது.

ஈ. இரண்டு வளர்கருக்கள் முட்டையை இரண்டாகப் பிரிப்பதால் தோன்றுகின்றன. தாமதப்படுத்தப்பட்டு உட்கருவைப் பெற்ற பாதியின் வளர்கரு இளமை நிலையில் இருக்கிறது. ஆனால் சாதாரண நிலையில் அமைக்கப்பட்டிருக்கிறது.

1. இறுக்கம், 2. பிளவிப் பெருகல், 3. மீண்டும் பிளவிப் பெருகல் 4. உட்கரு செல்லும் பாதை, 5. இளம் வளர் கருக்கள்.

ஒன்று இந்தப் பாதியிலிருந்து முடிச்சுக் காம்பின் வழியாக நழுவி, மற்றையப் பாதிக்குச் சென்றுவிடுகிறது. [இது இப் பகுதியின்

'காலம் தாமதித்த உட்கருவாக்கம்' என்றழைக்கப்படுகிறது.] (Retarded Nucleation) (படம் 13இ). இந்தப் பாதியும்கூட, இதன் பின் பிளவிப்பெருக ஆரம்பிக்கிறது. இந்தப் படிநிலையில், இரண்டு பாதிகளும், முழுமையாகப் பிரிக்கப்பட்டுவிட்டால், ஒவ்வொன்றும் ஏதோ ஒரு சந்தர்ப்பங்களுக்கிணங்க சாதாரண இயல்பான வளர்கருக்களாக வளர்கின்றன (படம் 13 ஈ). ஆகையால், தாமதிக்கப்பட்ட பாதியின் உட்கருவாக்கம் காம்பின் வழியாகச் சென்று உட்கரு கருத்தரித்த காலத்திலுள்ள உட்கருவின் 1/8 அல்லது 1/16 பகுதியானதாகவே இருக்கிறது. இச் சிறுபகுதி உட்கரு அந்தப் பகுதியில் இயல்பான வளர்சியை நடைபெறச் செய்வதற்குப் போதுமானதாக இருக்கிறது. இச் சிறுபகுதி உட்கரு வெளிப்படையாகக் கருத்தரித்த முழுமையான உட்கருவிற்குச் சமமாக இருக்கிறது. இந்தப் பரிசோதனைகள் மீண்டும் ஒருமுறை வளர்ச்சியின் ஆரம்பப் படிநிலைகளிலாவது, பிளவிப் பெருகிய உட்கருக்களுக்கிடையிலாவது பண்புசார்ந்த வேறுபாடுகள் இல்லை என்பதை நிரூபிக்கின்றன.

இந்த முடிவு பிரிக்ஸ், கிங் (Briggs and King, 1953-1957) என்பவர்களால் நீர், நில வாழ்வனவற்றின் முட்டைகளில் செய்த உட்கரு மாற்றிப் பொருத்தும் ஆர்வமிக்க சோதனைகளின் மூலம் பின்தங்கிய நிலைகளுக்கும் விரிவாக்கப்பட்டது. தவளையின் கருத்தரித்த முட்டைகள் குத்தப்படுவத்ன் மூலம் தூண்டப்பட்டன. பின்னர் இந்த முட்டைகளிலிருந்து உட்கருக்கள் நீக்கப்பட்டன. வளர்ச்சியின் முதிர்ந்த படிநிலையிலுள்ள ஒரு உட்கரு, அதைச் சூழ்ந்துள்ள சைட்டோபிளாசத்துடன் ஒரு மைக்ரோ பிப்பெட்டின் மூலம், உட்கரு நீக்கப்பட்ட முட்டையினுள் செலுத்தப்பட்டது. கருக்கோளத்தின் கருவளர்பாதியிலிருந்தோ அல்லது இளநிலை இருபடைக் கருக்கோளத்திலிருந்தோ உட்செலுத்தப்பட்ட உட்கரு எடுக்கப்பட்டிருந்தால் முட்டையின் பகுதி இயல்பாகப் பிளவிப்பெருகி இயல்பான வளர்கருவாக வளர்கிறது. கருக்கோளத்தின் கருவளர்பாதியும் இளநிலை இருபடைக் கருக்கோளமும் அவைகளிலிருந்து பெறப்பட்ட உட்கருக்களும் கட்டுப்படுத்தப்படாத ஆற்றலைக் கொண்டிருக்கின்றன என்றும் அவைகள் இன்னும் கருத்தரித்த நிலையிலுள்ள உட்கருவிற்குச் சமமாகவே இருக்கின்றன என்பதையும் நிரூபிக்கின்றன. முதிர்ந்த இருபடைக் கருக்கோளச் செல்களிலிருந்து பெற்ற உட்கருக்களும் இந்த இருபடைக் கருக்கோளத்தின் செல்களில் மாறுபாடடைதல் தோன்றியிருந்தாலும், இயல்பாகப் பிளவிப் பெருகும் முட்டைகளின் சதவீதம் மிகக் குறைவாகவே இருக்கிறது. இருந்தபோதிலும் அவைகளில் பல கருக்கோள நிலை

யிலோ இருபடைக் கருக்கோள நிலையிலோ அல்லது ஒழுங்கற்ற நியூருலா நிலையிலோ வளர்ச்சி தடைப்படுத்தப்படுகிறது. ஒழுங்கற்ற வளர்கருக்களின் மாறுபாடடையும் தன்மை மாற்றி அமைக்கப்பட்ட உட்கருக் கொடையாளியின் (donor) எந்தப் பகுதியிலிருந்து எடுக்கப்பட்டிருக்கிறதோ அதற்குத் தகுந்தாற் போல் இருக்கும். ஒழுங்கற்ற வளர்கருவில் செல்களின் மாறுபாடடைதல் சில திசுக்களில் நன்ருகவும் வேறு சில திசுக்களில் குறைந்தும் காணப்படுகிறது. பிரிக்ஸ், கிங் ஆகிய இருவரும் தங்களுடைய சோதனைகளிலிருந்து, உட்கருக்கள் தங்களின் சமமான ஆற்றலை (equipotentiality) இருபடைக் கருக்கோளாக்கம் நடைபெற்றுக்கொண்டிருக்கும் பொழுது இழந்து மாறுபாடுடையதாக மாற்றப்பட்டு விடுகிறது என்று முடிவு கட்டினுர்கள். உட்கருவின் இந்தப் படிப்படியாக முன்னேற்றமடையும் சிறப்புத்தன்மை செல்களின் மாறுபாடடையும் தன்மையுடன் இணைந்தே செல்கிறது. ஆகவே, மாறுபாடடைதல் செல்களின் நிர்ணயித்தலுக்குக் காரணமாக இருக்கிறது என்று கருதமுடியாது. ஆனுல், கண்டிப்பாக அதைப் பார்க்கிலும், முக்கியமானதொரு காரணகாரியத் தொடர்புடையதாயிருக்கலாம் அல்லது செல் மாறுபாடடைதலுக்கு உடனிருக்கிற ஆராய்ச்சிக்குட்படுத்தப்படாத செய்தியாகக்கூட இருக்கலாம் என்று கருதப்படுகிறது.

இந்தச் சோதனைகள் வீஸ்மானின் கோட்பாட்டை ஆதரிக்கமுடியாததெனை நிரூபிக்கின்றன. வளர்ச்சி கருத்தரித்த முட்டையின் உட்கருவில் அமைக்கப்பட்டிருக்கும் வளர்ச்சிக் காரணிகளின் இடஞ்சார்ந்த மண்டலங்களின் பண்படிப்படையிலான ஒழுங்கற்ற பங்கீட்டைப் பொருத்திருக்கவில்லை என்பது தெளிவாகத் தெரிகிறது.

பிந்திய உயிரியின் விசாலமான பலவானதன்மை சைட்டோபிளாசத்திலோ அல்லது கருவுற்ற முட்டையின் உட்கருவிலோ இரண்டில் ஒன்றுகூட முன்னுருவாக்கப்படவில்லை ஆகையால், வளர்ச்சி விசாலமான பலவான தன்மையை விரிவுபடுத்துவதிலேயே செயலை ஈடுபடுத்திக்கொள்கிறது.

3. முனைத்துவமும் சமச்சீரமைவும்

(Polarity and Symmetry)

இதற்கு முன்னால் உள்ள அத்தியாயங்களில் புதிதாகக் கருத்தரித்த முட்டையை ஒரு ஒரே சீரான அல்லது ஒரே படித்தான (homogeneous) மண்டலமாகக் கருதினோம். அதன் பிளவிப் பெருகும் தன்மை அதிகமாகக் காணப்பட்டதே தவிர விரிவாகக் காணப்படவில்லை. இருந்தபோதிலும் நாம் விரிவாக சில ஆராய்ச்சிக்குரிய செய்திகளை (phenomena) இங்கு விவாதிப்போம். அப்படி விவாதிக்கும்பொழுது ஒரு சில கட்டுப்பாடுகளுடன் அது உண்மை என்று புலனாகும்.

முட்டையை மேலெழுந்த வாரியாக நோக்கும் பொழுது அதை ஒருப்படித்தானதாகக் கருத இயலாது. ஏனென்றால் முட்டையின் சைட்டோபிளாசத்தையும் உட்கருவையும் (nucleus) நாம் காணமுடியும். இதற்கு மேலும் வளர்கரு முட்டையில் ஒரு குறிப்பிட்ட முறையில் அமைக்கப்பட்டது என்பதைக் காட்ட முடியும். இந்த அமைப்பு முனைத்துவத்திலும் (polarity) சமச்சீரமைவிலும் (symmetry) பிரதிபலிக்கிறது.

விலங்குகளின் முட்டைகள் இரு கோடி எதிரெதிர் முனைகளைக் கொண்டது. இந்த இரண்டு முனைகளும் கருவளர்முனை (animal pole) என்றும் கருவுணவு முனை (vegetal pole) என்றும் முறையே அழைக்கப்படுகின்றன. இவை இரண்டும் முட்டையின் முக்கிய அச்சினால் (main axis) இணைக்கப்படுகின்றன. நாம் முட்டையை ஒரு கோளமாகக் கருதினால் முட்டையின் முக்கிய அச்சை செங்கோணத்தில் (meridional) வெட்டுகின்ற தளங்களை ஈக்வடோரியல் (equatorial) அல்லது நடுவரைத் தளங்களாகவும் கொள்ளலாம். நீள்கோளமான முட்டையில் (அறுகாலிகள், பூச்சிகள், லோல்லிகோ) முனைத்துவம் முட்டையின் அமைப்பிலேயே காணக் கிடக்கின்றது. இன்னும் சில விலங்குகளின் முட்டைகள் கோள

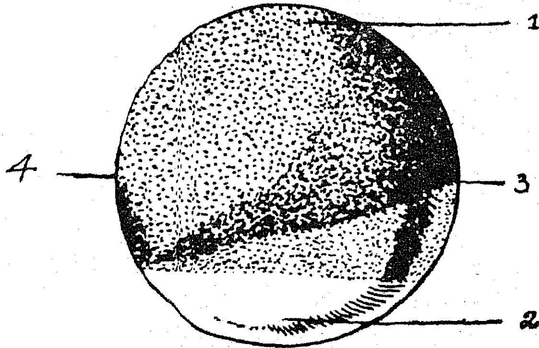
வடிவில் அமைந்திருப்பினும் முனைத்துவம் அந்த முட்டையி லிருந்து வெளிப்படுகின்ற துருவக் கோளங்களின் (polar bodies) முனைகளிலிருந்து தெரியவரும். பொதுவாகத் துருவக்கோளம் கருவளர் துருவத்திலிருந்து வெளிவரும். கருத்தரித்தபின் கருத் தரித்த முட்டையின் உட்கரு கருவளர் துருவத்திற்கு அருகில் இக்கட்டான நிலையில் அமைந்திருக்கும். முதல் இரண்டு பிளவிப் பெருகலும் பெரும்பாலும் நடுநிரல் தளங்கள் வழியாகவே நடை பெற்று முட்டையின் முக்கிய அச்சை இருபிளவாக்குகிறது.

மேலும், இரு கோடி எதிரெதிர் நிலை அல்லது முனைத்துவம் முட்டையின் சைட்டோபிளாசத்தில் காணப்படுகின்ற செல் நுண்ணுறுப்புகளின் அமைப்பிலும் வெளிப்படையாகத் தெரிகிறது. பல முட்டைகளில் யோக் ஒரு நிலையில்கூட ஒரே சீராக வியாபித் திருப்பதில்லை. மேலும் யோக்கின் அடர்த்தி கருவளர் துருவத் திலிருந்து கருவுணவுத் துருவத்தை நோக்கி அதிகரித்துக் கொண்டே செல்கிறது. அங்கே காணப்படும் நிறமித்துகள் களிலும் வேறுபாடுகள் காணப்படலாம். பெரும்பாலான நீர், நில வாழ்விகளின் முட்டையின் கருவளர் துருவம் கருமை நிற மாகவும், கருவுணவுத்துருவம் நிறமற்றும் இருக்கின்றன.

பெரும்பாலான விலங்குகளின் முதிர்ச்சி பெறு முட்டைகள் அண்டச் சுரப்பியைவிட்டு வெளிவந்தவுடன் முனைத்துவ அமைப்பைப் பெற்றிருக்கின்றன. ஆகவே முட்டை அண்டச் சுரப்பியில் வளரும் பொழுதே இரு கோடி எதிரெதிர்நிலை அல்லது முனைத்துவம் தோன்றுகிறது என்பது தெள்ளத் தெளிவாகிறது. இன்னும் பல நிகழ்ச்சிகளில் வளர்ச்சிபெறு முட்டையின் இரு கோடி எதிரெதிர் நிலைக்கும் அல்லது முனைத்துவம் அது எந்த வழியில் அண்டச் சுரப்பியுடன் இணைக்கப்பட்டிருக்கும் முறைக்கும் தொடர்பிருக்கமுடியும் என்பதைக் காட்டமுடியும். முட்டை அண்டச்சுரப்பியுடன் இணைந்திருக்கும் இடத்தின் வழியாக தாய்த் திசுக்களிலிருந்து முட்டை மூலச்செல்களுக்கு (oocyte) உணவுப்பொருள்கள் செல்கின்றன. இந்த இணைப்பிடமே சில வகை முட்டைகளுக்கு வருங்காலக் கருவளர்துருவமாக இருக் கின்றது ; வேறு சிலவற்றிற்கு வருங்காலக் கருவுணவுத் துருவமாக இருக்கிறது.

பல முட்டைகள் இருகோடி எதிரெதிர் நிலையையும் அல்லது முனைத்துவத்தையும், இருபக்கச் சமச்சீரமைவையும் வெளிப்படை யாகப் பெற்றிருக்கின்றன. இந்த நிலை கருத்தரிக்காத முட்டை யின் வடிவ அமைப்பில் காணப்படலாம். உதாரணம் : பூச்சிகள், அறுகாலிகள், கணவாய் மீன்கள். இன்னும் சிலவகைகளில் சமச்

சீரமைவு கருத்தரித்தல் நடைபெறும்வரை கண்ணுக்குப் புலனாவ தில்லை. பல நீர் வாழ்விகளின் முட்டைகளில் வெளிர்நிறங் கொண்ட மண்டலம் அல்லது பட்டை, சாம்பல் பிறைவட்டம் (grey crescent) கருவுற்ற சிலமணி நேரங்களுக்குப் பின்னால் கருமையான கருவளர்துருவ எல்லையில் வளர்கிறது. இதுதான் வருங்கால முட்டையின் மேற்பக்கமாகும். இதன்பின் கருவின் மேற்பக்கமாகவும் தோன்றும். இதன் எதிர்ப்புறம் வயிற்றுப் பக்கமாக ஆகிறது (படம் 14). சாம்பல் பிறைவட்டம் தோன்றிய பின், முட்டையை நடுநிரல் தளத்தின் வழியாகத்தான் இரண் டாகப் பிரிக்க முடியுமே தவிர வேறுவழியில் பிரிக்க இயலாது. இந்த நடுநிரல்தளம் சாம்பல் பிறையை இரண்டாகப் பிரிக்கிறது. இயல்பான வளர்ச்சியில் இந்தத் தளம் கருவின் சமச்சீர்த் தளமாக மாறுகிறது. இது முக்கிய அச்சையும் முக்கிய அச்சிற்குச் செங்குத்தாக அமைந்திருக்கும் முதுகுப்பக்க-வயிற்றுப் பக்கத் (dorso-ventral) தளங்களையும் பொதிந்திருக்கின்றது. மேலும் இது முட்டையின் எதிரெதிர்த் துருவங்களை நடுவரையின் வழியாக இணைக்கிறது.



படம் 14.

தவளையின் முட்டை (ராணுஃபஸ்கா)
சாம்பற்பிறை தோன்றியபின் முட்டையின் அமைப்பைக் காட்டுகிறது.
1. கருவளர்பக்கம் 2. கருவுணவுப்பக்கம் 3. முதுகுப்புறப்பக்கம் 4. வயிற்றுப்பக்கம்.

தவளை முட்டையின் மேற்பரப்பில் ஒரு சிறிய பிளவை ஏற்படுத்துவதால் அன்சல் (Ansel) வின்டெம்பெர்கர் (Vintemberger 1935) ஆகிய இருவரும் சாம்பல்நிறப் பிறைவட்டம் முட்டையின் புறணி இடம் பெயர்தலால் தோன்றுகிறது என்பதைக் காட்டி னார்கள். மேற்புறத்தில் முட்டையின் புறணி கருவளர்துருவத்தை நோக்கி நகர்கிறது. மேலும் மத்திய தளத்தை நோக்கியும் சிறி

தளவு நகர்கிறது. மேலெழுந்தவாரியான நிறமித்துகள்கள் இந்த இடப்பெயர்ச்சியில் அகப்பட்டுக்கொள்கின்றன. ஆகவே குறைந்த நிறத்தையுடைய சாம்பல் நிறப் பட்டை பின்தங்கி விடுகிறது. இதேபோல் அசிடியன் முட்டைகளில், அல்லது கடல் பீச்சுகளின் முட்டைகளில் (Ascidian) இரு பக்கச் சமச்சீரமைவும் கருத்தரித்தல் நடைபெறும்வரை கண்கூடாகக் காணக்கிடைப்ப தில்லை.

அன்செல், விட்டெம்பர்கர் (1938) ஆகிய இருவரும் தவளை முட்டைகளில் எது சமச்சீரமைவுத்தளத்தை நிர்ணயிக்கிறது என்பதற்கு முடிவு கண்டுள்ளார்கள். தற்சமயம் இயல்பான சூழ்நிலைகளில் கருத்தரிக்கச் செய்யும் விந்தணுதான் முக்கியக் காரணியாக இருக்கிறது. விந்தணு எந்த இடத்தில் முட்டை யினுள் செல்கிறதோ அச் செயலே அவ்விடமே முட்டையின் சமச்சீரமைவை நிர்ணயிக்கிறது. இதற்கு எதிர்ப் பக்கத்தில் சாம்பல் பிறை தோன்றுகிறது. விந்தணு உட்சென்ற ஒருமணி நேரத்திற்குள் சமச்சீர்தளத்தைச் சோதனை முறையில் இடம் பெயரச் செய்யமுடியும். இருந்தபோதிலும், தவளையின் முட்டைகள் வெளிவந்தவுடன் எப்படி அமைக்கப்பட்டிருக் கிறதோ, அதுவே அவைகளின் தலைவிதியாக விதிக்கப்பட்டிருக் கிறது. இருப்பினும், கருவுற்ற சில காலத்திற்கெல்லாம் தவளை யின் முட்டைகள் தாராளமாக முட்டை சூழ்படலத்தினுள் அசை கின்றன. முட்டைகள் பூமியின் ஈர்ப்புச் சக்திக்குட்பட்டு திசை அசைவு பெற்றருக்கின்றன. மேலும் அவை சுழல்வதால் முட்டையின் முக்கிய அச்சு செங்குத்தாகவும் கருவளர் துருவம் மேல்நோக்கி இருக்குமாறும் அமைகிறது. இந்தச் சுழற்சி இரு சமச்சீரமைவிற்கு மிகவும் முக்கியமான நிகழ்ச்சி என்று மெய்ப் பிக்கப்பட்டிருக்கிறது. சாதாரணச் சூழ்நிலையில் புறணியின் (cortex) செயல் விந்தணுவின் செயலை மாற்றியமைக்கும் சக்தி யுடையதாக இல்லை. ஆனால், செயல்முறைச் சூழ்நிலையில் முட்டையின் சுழற்சி வேகத்தையாவது அல்லது விளைவின் வலிமை யாவது கூட்டினால் விந்தணு நுழைவு வழியினின்று தோன்றுகின்ற இயக்க விளைவுகளை மாற்றவோ அல்லது முற்றிலும் இல்லாது செய்துவிடவோ முடிகிறது. இந்தச் சுழற்சி நடுநிரல் தளத்தில் நடைபெறுகிறது. இதுவே பின்னால் முட்டையின் சமச்சீர் அச்சாக உருவாகிறது. சாம்பல் பிறை வட்டம் (grey crescent) கருவுணவுத் துருவத்தின் பக்கத்தில் தோன்றுகிறது. கருத்தரிக் காத முட்டைகளின் கருவளர்துருவம் மேல்நோக்கி இருக்குமாறு அமைத்து நிறுத்தி அவை மின் தூண்டல் (electrical induction) மூலம் செயற்படுத்தப்பட்டால் விந்தணுவின் செயலாக்கத்

தையும் முட்டையின் சுழற்சியையும் நடைபெருமல் செய்து விடலாம். இந்த எடுத்துக்காட்டில் சாம்பல் பிறைவட்டம் முட்டையின் எந்த இடத்திலும் தோன்றலாம். இதிலிருந்து முட்டைகளில் காணப்படுகின்ற இருபக்க சமச்சீரமைவு, விந்தணுக்கள் முட்டையினுள் ஊடுருவிச் செல்கின்ற பாதையையோ அல்லது முட்டையின் அமைவையோ அல்லது சுழற்சியையோ சார்ந்திருப்பதாகத் தோன்றவில்லை. ஆனல் முட்டையின் சமச்சீரமைவுத் தளங்களின் திசைகளை மேலேகுறிப்பிட்ட இருகாரணிகளும் நிர்ணயிக்கின்றன எனக்கூறலாம். ஏன்செல், விட்டெம்பர்கர் ஆகிய இருவரின் கருத்திற்கிணங்க மேற்கூறிய இரண்டும் புறணியின் (cortex) அமைவிற்கும் முட்டையினுள் காணப்படும் நுண்ணுறுப்புகளுக்கும் ஏற்ப ஓரளவு சமச்சீரற்ற நிலையைத் தோற்றுவிக்கின்றன என்று கருதுகிருர்கள். சுழற்சியின்பொழுது முட்டையின் சுற்றுப் புறத்திற்குத் தகுந்தாற்போல் ஏற்படுகின்ற படலங்களின் இடப்பெயர்ச்சி இந்த மாற்றத்தை ஏற்படுத்துகிறது. அதே சமயத்தில் முட்டையின் படலங்கள் ஒரு நிலையிலிருந்து முட்டை சுழற்றப்படுவதாலும் இந்த மாற்றம் ஏற்படுத்தப்படலாம். இதனல் தோன்றுகின்ற புறணியின் சமச்சீரற்றநிலை சாம்பல் நிறப் பிறைவட்டம் உருப்பெறுவதை ஆற்றுப்படுத்துகிறது. கிளாவர்ட்டின் (Clavert, 1953) அண்மைக்கால ஆராய்ச்சிகள் இதுபோன்ற நிகழ்ச்சிகள் ஒரேவகைத்தான நெருங்கிய தொடர்புள்ள பறவைகளிலும் காணப்படுகின்றன என்று காட்டியுள்ளார். இங்கே முட்டை அண்டக் குழாயின் வழியாக வரும்பொழுது ஏற்படுகின்ற சுழற்சி வளர்கரு முட்டையில் அமையவேண்டிய இடத்தை நிர்ணயிக்கின்றது. தற்சமயம் முட்டைகள் பிளவிப்பெருகுதலில் ஈடுபட்டு விட்ட காரணத்தால் இருபக்கச் சமச்சீரின் இறுதியாக்கம் பின்னல் நடைபெறுகிறது. இதை நோக்குமிடத்துத் தவளையில் இருபக்கச் சமச் சீராக்கம் முட்டைப் பிளவிப்பெருகுதலில் ஈடுபடுவதற்கு முன்பே இறுதியாக்கப்பட்டு விடுகிறது என்று கருதப்படுகிறது.

முனைத்துவமும் சமச்சீரமைவும் மிக எளிமையான தோற்றமுடைய முட்டையை மிக இக்கட்டான அமைப்புடையதாக்கி விடுகின்றன என்பதை முன்னமேயே கூறிடக் கண்டோம். ஆகவே நாம் முட்டையை முழுமையான ஒருபடித்தான அமைப்பைக் கொண்ட மண்டலமாகக் கருதினல் அது தவருகும். முனைத்துவமும் சமச்சீரும் முட்டையின் உள்ளீட்டில் காணப்படுகின்ற, ஆனல் எங்கும் பரவலாகக் காணப்படாத கூட்டமைப்பின் வேறுபாடுகளே இதற்குக் காரணம் என்று கருதினல், இந்த வேறுபாடுகளை நம்மால் விளக்கமுடியும். இதனடிப்படையில் முட்டையை உன்னிப்பாகப் பார்த்தால் மேலே கொண்ட கருத்து உண்மையே

என்று மெய்ப்பிக்கலாம். பொதுவிதியாக, பரவலாகக் காணப் படுகின்ற வேறுபாடுகள் முட்டையின் ஏற்ற இறக்க வாட்டப் பண்பினை விளக்குகின்றன. ஆகவே, முட்டையின் ஏற்ற இறக்க வாட்டக் கோட்பாட்டை (gradient) இங்கே சுருக்கமாகக்காண்போம்.

ஏற்ற-இறக்க வாட்டச்செயல் எல்லை (gradient field) என்றால் சடப் பொருள் தொடர்பான ஒன்றோ, வேதியியல் பொருள் தொடர் பான ஒன்றோ, அதனளவில் அகலுள் பரப்பீடு முறையில் சிதறிக் கிடக்கும் முறையில் ஒரு புள்ளியிலிருந்து மற்றொரு புள்ளிக்குச் சிறிது சிறிதாக மாற்றமடைவதைக் குறிப்பதாகும். இதனுடைய பண்புகளுக்கு எண்ணளவு கொடுக்க முடியுமே தவிர மற்றைய திசை, வெப்பம், அழுத்தம், பொருளின் அடர்த்தி, மின்னழுத்தம் போன்ற பண்புகள் கிடையாது. ஒரு ஏற்ற இறக்க வாட்டச் செயல் எல்லையில், ஒரே அளவு முனைப்பான சில தளங்களைக் காணமுடியும். இந்தத் தளங்களில் காணப்படுகின்ற எல்லாப் புள்ளிகளிலும் ஒரே வகையான எண் மதிப்பீடுதான் காணப்படும். ஒரு தளத்தில் கொடுக்கப்பட்ட ஒரு புள்ளியில் அந்த அளவின் மாறுகின்ற விகிதம் அந்தப் புள்ளியில் காணப்படும் ஏற்ற இறக்க வாட்டத்தின் அளவாகும். ஒவ்வொரு தளத்திலும் ஒரு புள்ளி யின் ஏற்ற இறக்க வாட்டம் ஒரே ஒரு மதிப்பெண்ணைத்தான் பெற்றிருக்கும். அதற்குத் திசையுமுண்டு. ஏனென்றால் இவை களை எப்பொழுதும் சமஅளவு அழுத்தம் கொண்ட பலதளங் களில் காணப்படும் புள்ளிகளின் வழியாகச் செங்குத்தாகச் செல்லும் கோட்டின் அளவைக்கொண்டே கணக்கிடுகிறார்கள்.

பலவகையான ஏற்ற இறக்கவாட்டச் செயல்களைப் பிரித்தறிய லாம். நாம் எடுத்துக்கொண்ட ஒருமுனையில், எண்மதிப்பு மிக உச்ச அளவைக் கொண்டிருக்கலாம். ஆனால், அதன் எதிர் முனையில் மிகக்குறைந்த அளவே காணப்படும். இந்த எடுத்துக் காட்டில் ஏற்ற இறக்கச் செயல் எல்லை ஒரே திசையில் காணப்படும். இதற்கு ஒரே அளவாக ஒருங்கி நீண்ட (linear) ஏற்ற இறக்கவாட்டம் என்று பெயர். அதே சமயத்தில் ஏற்ற இறக்க வாட்டத்தின் திசை, ஏற்ற இறக்கவாட்ட அச்சுகளுள் ஒன்றோடு இணையுமானால், இதை நடு ஊடு ஏற்ற இறக்கவாட்டம் (axial gradient) என்று கூறுவர். இன்னும் சிலவகைகளில் ஏற்ற இறக்க வாட்ட மண்டலம் தட்டைத்தளத்திலும், வளைதளத்திலும் வியாபித்திருக்கலாம். இந்த எடுத்துக்காட்டுகளில் ஏற்ற இறக்க வாட்டத்தின் அளவு நடுமையத்திலிருந்து எல்லாத்திசைகளிலும் குறைந்தே காணப்படும். இதை மேற்பரப்பு ஏற்ற இறக்க வாட்டம் என்றழைக்கிறார்கள். முடிவில் ஏற்ற இறக்கவாட்டம்

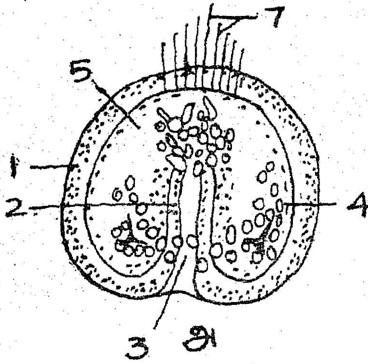
வெளியிடத்தில் எல்லாத் திசைகளிலும் காணப்படலாம். இது இடத்தொடர்புடைய ஏற்ற இறக்கவாட்ட மண்டலம் (spatial gradient) என்று அழைக்கப்படும்.

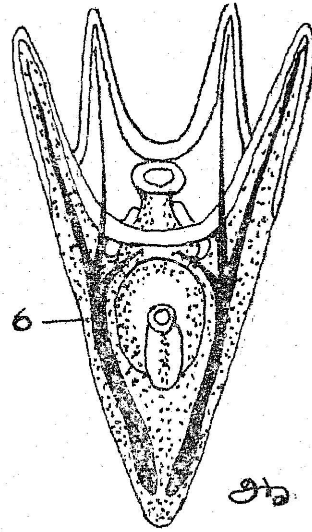
இப்படிப் பல முட்டைகளில் ஏற்ற இறக்கவாட்டங்கள் காணப்படுகின்றன. இதற்கும் முனைத்துவத்திற்கும் அல்லது சமச்சீரமைவிற்கும் சில தொடர்புகள் உள்ளன. நாம் யோக்கின் அடர்த்தி முட்டையின் முக்கிய நடுஊடு அச்சின் வழியாக அதிகரிக்கிறதென்பதை முன்னமேயே கூறியுள்ளோம். இதை யோக் ஏற்ற இறக்கவாட்டம் என்று அழைக்கலாம். மேலும் சைல்டும் (Child) அவரோடு இணைந்த விஞ்ஞானிகளும் முட்டையின் வளர்சிதை மாற்றத்தில் ஆங்காங்கே காணப்படுகின்ற உள்ளிட வேறுபாடுகள் மிக முக்கியத்துவம் வாய்ந்தவை என்பதைப் பல ஆண்டுகளாக வற்புறுத்தியிருக்கிறார்கள். இந்த வேறுபாடுகள் நச்சுப் பொருளுக்கு, ஆங்காங்கே காணப்படுகின்ற வேறுபட்ட உணர்ச்சியின் அளவையும், எதிர்ச்செயலையும் கொண்டறியப்படுகின்றன. பொதுவாக, விலங்குகளின் முட்டைகளில் இந்தக் கூர்உணர்வுத் திறன் கருவளர்த்துருவத்தில் (animal pole) மிகமிக அதிகமாகவும் இதிலிருந்து படிப்படியாகக் கருவுணவுத் திசையை நோக்கிக் குறைந்து கொண்டே செல்கிறது. இது முட்டையின் வளர்சிதை மாற்றம்; அதனுடைய முக்கிய நடுஊடு அச்சின் வழியாகச் செல்லும் கோட்டில் காணப்படுகின்ற வளர்சிதை மாற்றத்தின் வேறுபாட்டிற்கு எடுத்துக்காட்டாக இருக்கின்றது. இது போன்ற உண்மைகள் சைட்டோபிளாசத்தின் பிராணவாயு ஏற்பு, இழப்புத் திறனைக் கண்டறியும்பொழுதும் கிடைத்திருக்கின்றன. சைட்டோபிளாசத்தின் பிராணவாயு ஏற்பு, இழப்புத்திறனை அறிவதற்குப் பலவகையான சாயப்பொருள்களைப் பயன்படுத்தினார்கள். இதில் குறிப்பிடத்தக்கவை சானஸ் பச்சையும் (janus green) மெத்திலின் நீலமும் (methylene blue) ஆகும். (ரீஸ், Ries) (கெர்ஸ், Gersch 1936).

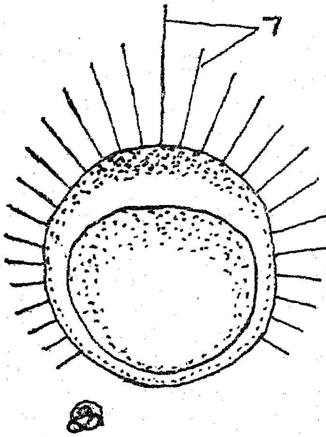
இந்த இடத்தில் ஸ்பெக் (Spek 1930-1934) சோதனை முறைகளைப் பற்றிக்கூறுவது சாலச் சிறந்தது. அவர் புரோட்டோபிளாசத்தின் ஹைடிரஜன் அயனிகளின் அடர்த்தியை (pH) சாயப்பொருள்களைக் கொண்டு அளவிட்டுக் கண்டார். அவர் நியூட்ரல் சிவப்பு, நைல்நீல ஹைடிரோ குளோரைடு, கிரிசில் ஊதா போன்ற சாயப் பொருள்களை உபயோகித்தார். தோற்றத்தில் அல்லது ஆரம்பத்தில் பெரும்பாலான முட்டைகள் கிட்டத்தட்ட ஒரே வகையான நிறத்தைக்காட்டின. ஆனால் வளர்ச்சி தொடங்கிய சிறிது காலத்திற்கெல்லாம் இருமுனை மாறுபாடைதல்கள் (bipolar

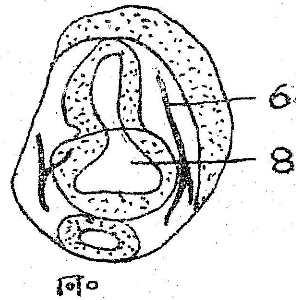
differentiation) தோன்றின. அதாவது கருவளர் துருவத்தின் நிறமும் கருவுணவுத் துருவத்தின் நிறமும் வேறுபடத்தொடங்கிற்று. கருவளர்துருவ சைட்டோபிளாசம் கார எதிர்ச்செயலையும் கருவுணவுத்துருவ சைட்டோபிளாசம் அமில எதிர்ச்செயலையும் எடுத்துக்காட்டின. இந்த வேறுபாடுகளை ஸ்பெக் பின்கண்டவாறு விளக்கினார். முதலாவதாக, நேர் மின்னூட்டத்தைக் (positive charge) கொண்ட துகள்களும் எதிர் மின்னூட்டத்தைக் கொண்ட துகள்களும், சூழ்நிலையில் நன்றாக கலந்து முட்டையினுள் எங்கும் காணப்பட்டது. பின்னால், நேர் மின்னூட்டம்பெற்ற துகள்கள் ஒரு முனைக்கும் எதிர் மின்னூட்டம்பெற்ற துகள்கள் மறுமுனைக்கும் இடம் பெயர்ந்து செல்கின்றன. இக் கூட்டு இரண்டாகப் பிரிக்கப்பட்டது. ஒரே வகையான மின்னூட்டத்தைப் பெற்ற துகள்களின் அடர்த்தி ஒவ்வொரு முனையிலும் அதிகமாகக் காணப்பட்டது. இந்தத் துகள்களின் இடப்பெயர்ச்சி ஊடுருவிச்செல்லும் தன்மையில் மாறுபட்ட சில அயனிகளின் செயலால் ஏற்படுகின்ற மின்புலத்தால் (electric field) தோற்றுவிக்கப்பட்டதாகக் கருதப்படுகிறது. இந்த அயனிகளில் முக்கியமாகப் பொட்டாசியம் மிக முக்கிய பங்கைப் வகிக்கிறது. இந்த அயனிகள் முட்டையின் புறச்சூழ்நிலையிலிருந்து பெறப்படுகின்றன. பின்னால் தோன்றிய ஆராய்ச்சியின் விளைவாக இருதுருவ மாறுபாடடைதல் (bipolar-differentiation) சைட்டோபிளாசத்திலும் காணப்படுகின்றது. வெவ்வேறு மின்னூட்டங்களைக் கொண்ட துகள்கள் எதிரெதிர் முனைகளுக்கு இடம் பெயர்வதால் ஏற்படுகிறது என்பதைவிட, முட்டையின் கருவுணவு அல்லது யோக் (yolk) இடத்தை மாற்றுவதால் ஏற்படுகிறது என்று கூறலாம். இந்த யோக் புரதம், கொழுப்பு முதலிய கரிமப்பொருள்களைக் கொண்டது. முடிவில் யோக் முட்டையின் நடு அச்சிற்கு ஏற்றாற்போல் ஓரிடத்தைப் பெறுகிறது ரேவன் (Raven, 1938). அமிலத்தன்மைகொண்ட யோக் புரதங்கள் கருவுணவுத்துருவத்தில் குவிகின்றன. ஆகையால் கருவளர் துருவத்திலிருந்து மறைகின்றன. இந்த மறைவு கருவளர் துருவத்தின் கார,அமிலத்தன்மையை (pH) கோரத்தன்மையுடையதாக மாற்றுகிறது.

கடல் அர்ச்சின் (sea-urchin) முட்டைகளில் காண ம் ஏற்ற இறக்கவாட்ட மண்டலங்கள் அதனுடைய வளர்ச்சியில் முக்கியமான பங்கேற்கின்றன. பிளவிப்பெருகும்முறை இந்த முட்டைகளில் மிகவும் முறையாக நடைபெறுகிறது. இதன் முடிவில், நடுவில் ஒரு பையைக்கொண்ட ஒரு செல் அடுக்கால் சூழப்பட்ட கருக்கோளமாகத் (blastula) தோன்றுகிறது. இதன் எல்லாப் புறப்பக்கங்களிலும் சீலியாக்கள் (cilia) அல்லது நுண்ணிழைகள்









படம் 15.

கடல் அர்ச்சின் லார்வாக்கள்.

அ. சாதாரண இருபடைக் கருக்கோள்,

ஆ. இயல்பான புளுட்டியஸ் லார்வா,

இ. முட்டையின் கருவளர் பக்கத்திலுள்ள துண்டால், பெரிய நுண்ணிழைக் கற்றையைக் கொண்ட வளர்கரு,

ஈ. வயிற்றையும், உட்சட்டகத்தையும் கொண்டு கருவுணவுப் பக்கத்துண்டிலிருந்து தோன்றுகிறது.

1. புறஅடுக்கு 2. அகஅடுக்கு 3. மூலக்குடல் 4. மீசன்கைம் 5. இருபடைக் கருக்கோளக்குழி 6. உட்சட்டகம் 7. நுண்ணிழைக் கற்றை 8. உணவுக்குழாய்

காணப்படுகின்றன. அடுத்தநிலையில் கருக்கோளத்தின் (blastula) புறஅடுக்கு கருவுணவுத்துருவத்தில் உள்ளிழுக்கப்பட்டு, இரு அடுக்குக்கொண்ட கருக்கோளமாக மாறுகிறது. உள்ளிழுக்கப் பட்ட பகுதி வளர்கருவின் ஆர்கென்டிரானுக (archenteron) அல்லது மூலக்குடலாகத் தோன்றுகிறது. இருபடைக் கருக்கோளம் (gastrula) கருவளர்துருவத்தில் நீண்ட நுண்ணிழைகளைக் கொண்டிருக் கிறது (படம் 15 அ). இதனது அடுத்த வளர்ச்சியில் இருபடைக் கருக்கோளம், புளுட்டியஸ் (pluteus larva) வேற்றிளவுயிராக அல்லது லார்வாவாக வளர்வதாகும். இவ்வாறு வளர்வதற்கும், நீண்ட கைகள் (arms) வளர்வதற்கும் கருக்கோளத்தின் கருவுணவுத்துருவத்திலிருந்து தோன்றும் செல்கள் சுரக்கும் பொருள்களால் தோன்றுவிக்கப்படுகின்ற சுண்ணத்திலான வன்சட்டக்கோல்களும் உபயோகப்படுத்தப்படுகின்றன. இவ் வாறு இருந்தபோதிலும், வேற்றிளவுயிர் நுண்ணிழைப் பட்டைகளால் (ciliary bands) சூழப்பட்டிருக்கிறது. இந்த நுண் ணிழைப்பட்டைகள் கைகளில் ஓரளவு நீண்டு காணப்படுகின்றன (படம் 15 ஆ).

டெரிஷ் (Driesch) கடல் அர்ச்சினின் முட்டை பிளவிப் பெருகு வதால் தோன்றும் 4 செல்நிலையிலுள்ள, கருக்கோளச் செல்களைத் (blastomeres) தனித்தனியாகப் பிரித்தால் ஒவ்வொரு செல்லும் முழுமையான குறைபாடில்லாத வேற்றிளவுயிராக வளரமுடியும் என்பதைக் காட்டியிருக்கிருர். இந்த ஆராய்ச்சியின் உண்மை பல விஞ்ஞானிகளைத் தீவிர ஆராய்ச்சியில் ஈடுபடத் தூண்டியது. அவர்களில் ஒருவர் ஹோர்ஸ்டாடியஸ் (Horstadius, 1931). இவர் ஒவ்வொரு கருக்கோளச் செல்லின் வளர்ச்சி ஆற்றலையும், சில காலம் அழித்து பலசேர்ந்த கருக்கோளச் செல்களின் ஆற்றலையும் பற்றி ஆராய்ந்தார். இந்த ஆராய்ச்சியின் விளைவாக முட்டை யில் காணப்படுகின்ற பொருள்களின் ஆற்றல் கருவளர்துருவத்தி லிருந்து படிப்படியாகக் கருவுணவுத்துருவத்தை நோக்கி மாறிக் கொண்டே வருகிறது என்பதைக் காட்டினுர். ஒரு மூலத்தின் கருவளர்துருவத்தை மட்டும் பிரித்தெடுத்தால், நீளமான முன் முகட்டுக் கற்றையைக் கொண்ட (apical tuft) வேற்றிளவுயிரைத் தோற்றுவிக்கிறது. ஆனுல் உணவு மண்டலமும் வன்சட்டமும் காணப்படவில்லை (படம் 15). அதே நேரத்தில் மூலத்திலிருந்து (germ) கருவுணவுத்துருவத்தை மட்டும் பிரித்தெடுத்த பாதியி லிருந்து பெரிய வயிற்றையும், முறையற்ற வன்சட்டத்தையும் கொண்ட வேற்றிளவுயிர் தோற்றுவிக்கப்படுகிறது. ஆனுல், இந்த வேற்றிளவுயிரில் நீளமான முன்முகட்டுக் கற்றையும், நுண்ணிழைப்பட்டையும் காணப்படவில்லை. ஆகவே குடற்கூறு தோன்றும் ஆற்றல் கருவுணவுத்துருவத்திலிருந்து, கருவளர்

துருவத்தை நோக்கிக் குறைந்துகொண்டே செல்கிறது. அதே சமயத்தில் நீளமான முன்முகட்டுக் கற்றையைத் தோற்றுவிக்கும் ஆற்றல் கருவளர்துருவத்திலிருந்து கருவுணவுத்துருவத்தை நோக்கிக் குறைந்துகொண்டே செல்கிறது. மூலத்தின் பல பாகங்களிலிருந்து செல்தொகுப்புகள் ஒன்றாக இணைக்கப்படும்பொழுது கிட்டத்தட்ட இயல்பான வேற்றிளவுயிர் தோன்றும். இதைவிட முற்றிலும் வேறுபட்ட, இயற்கைக்கு ஒவ்வாத கருக்கோளச் செல்களை ஒன்றாக இணைத்தாலும் இயல்பான வேற்றிளவுயிர் தோன்றும். அது எப்பொழுதென்றால், கருவளர் துருவத்திலிருந்தும், கருவுணவுத்துருவத்திலிருந்தும் கொண்டுவரப்பட்ட கருக்கோளச் செல்களின் ஆற்றல்கள் சமவிகிதத்தில் இருக்கும் வரை.

இரன்ஸ்ட்ரம் (Runnstrom, 1928) ஒன்றுக்கொன்று எதிரிடையாக அமைந்த இரண்டு ஏற்ற இறக்கங்கள் உள்ளதாகக் கூறினார். ஒன்று கருவளர், கருவுணவுத்துருவத்திற்கிடையிலும், மற்றொன்று கருவுணவு கருவளர்துருவத்திற்கு இடையிலிருக்கும் ஏற்ற இறக்கங்களாகும். ஒவ்வொரு செல்லின் தலைவிதியும் இந்த இரண்டிற்கும் இடையில் நடைபெறுகின்றன. செயலெதிர்ச் செயலால் நிர்ணயிக்கப்படுகின்றது. மூலத்தைச் சுற்றியிருக்கும் கடல் நீரில் ஏதாவதொரு வேதியியல் பொருளைச் சேர்த்தால் இந்த இரண்டு ஏற்ற இறக்கங்களில் ஒன்றை மற்றதைவிட அதிகப்படுத்தமுடியும். லித்திய அயனிகள் (lithium ions) கருவளர் துருவ ஏற்ற இறக்கத்தைக் குறைக்கின்றன (படம் 16). ஆகவே, வளர்கருவில் கருவுணவுத்துருவத்தின் வளர்ந்த மாறுபாடடையும் ஆற்றல் கருவளர்துருவத்தையும்விட மேலோங்கி நிற்கிறது. வேறுசில பொருள்களில் ஒன்றான சோடியம்-தையோசையனேட் இதற்கு நேர்எதிர் விளைவை ஏற்படுத்துகிறது. ஆகவே கருவளர்துருவத்தின் ஏற்ற இறக்கம் ஊக்குவிக்கப்பட்டுக் கருவுணவுத்துருவத்தின் ஏற்ற இறக்கம் குறைகிறது. ஆகவே வளர்கருவின் கருவளர்துருவத்தின் மாறுபாடடையும் ஆற்றல் ஊக்குவிக்கப்பட்டுக் கருவுணவுத்துருவ மாறுபாடடையும் ஆற்றல் தடுக்கப்படுகிறது.

லின்டால் (Lindahl, 1938) என்பாரின் ஆராய்ச்சிகள் இந்த ஏற்ற இறக்கவாட்டங்கள், இரண்டு வேறுபட்ட வளர்சிதை மாற்றங்களோடு தொடர்புடையன என்பதைக் காட்டுகின்றன என்று கூறினார். அதாவது, கருவளர்துருவ ஏற்ற இறக்கவாட்டம் சர்க்கரைப்பொருள் வளர்சிதை மாற்றத்தோடும், கருவுணவுத்துருவ ஏற்ற இறக்கவாட்டம் புரதவளர்சிதை மாற்றத்தோடும்

தொடர்புடையது. லித்தியம் சர்க்கரைப்பொருள்களின் வளர்சிதை மாற்றத்தைத் தடைசெய்வதாகக் கண்டுபிடிக்கப்பட்டிருக்கிறது. இந்தக் கண்டுபிடிப்பு லித்தியம் எந்த அளவு வளர்கருவின் வளர்ச்சியில் செயல்விளைவுகளை ஏற்படுத்துகிறது என்பதை ஓரளவு விளக்கலாம். ஆயினும் கருவளர்-கருவுணவு பாதிகளுக்கிடையிலுள்ள வளர்சிதைமாற்ற வேறுபாடுகளை நேர்முகமாக நிகழ்த்திக் காட்டும் முயற்சி இன்னும் வெற்றியடையா முயற்சியாகவே இருக்கிறது. ஹோர்ஸ்டாடியஸ், கஸ்டாஃப்சன் (Horstadius, Gustafson, 1950) போன்றவர்களின் ஆராய்ச்சிகள் லித்தியம் புரதங்களின் இணைப்பக்கத்தில் செயல்விளைவுகளை ஏற்படுத்தக்கூடும் என்பதனைக் காட்டுகின்றன. சில செல்நொதிகளின் இந்தச் செயல் விளைவுக்கு முதல் தாக்கிடம் அதனுடைய வளர்சிதை மாற்றத்தை மாற்றுவதாகும்.

ரான்சியும் (Ransi) அவரின் துணை ஆராய்ச்சியாளர்களும் கடல் அர்ச்சின் முட்டையின் உள்ளே காணப்படுகின்ற பொருள்கள் முட்டையின் விதியை நிர்ணயிக்கின்றன என்றும், ஆனால் புறத்தே காணப்படுகின்ற சூழ்நிலை நீளமான புரத மூலக் கூறுகளைக் கொண்ட பல்வகையான புரதங்களின் அமைப்பை மாற்றுகிறது என்றும் காட்டி இருக்கிறார்கள். லித்தியமும் வேறு சில பொருள்களும் கடல் அர்ச்சினின் முட்டையின் கருவுணவுத்துருவ ஏற்ற, இறக்கவாட்டத்தை வலுப்பெறச் செய்கின்றவைகளும், அந்த இடத்தில் காணப்படுகின்ற புரதங்களை உறையும் படியாகத் தூண்டுகின்றன. தையோசையனேட் போன்ற பொருள்கள், கருவளர் துருவத்தின் வளர்ச்சியை ஊக்குவிப்பதோடு நில்லாமல், புறத்தே காணப்படுகின்ற புரதங்களின் இழைமயமைப்பை இல்லாமல் செய்துவிடுகின்றன. இந்த உண்மைகளிலிருந்து ரான்சி (Ransi, 1947) இந்த இழைமயமைப்பைக் கொண்ட புரதங்களின் முட்டையின் விதியை நிர்ணயிப்பதில் ஒரு முக்கியப் பங்கு வகிக்கின்றன என்ற முடிவுக்கு வந்தார்.

லிம்னேயா ஸ்டாக்னலிஸ் (Limnaea stagnals) என்ற நத்தையின் முட்டைகள் வளர்ச்சியில் ஏற்ற இறக்கவாட்டங்கள் எந்த அளவு செயல் விளைவுகளைத் தோற்றுவிக்கின்றன என்பதற்கு ஒரு நல்ல எடுத்துக்காட்டாக அமைகிறது. இங்கேயும் லித்தியம் குளோரைடு வளர்ச்சியில் சில பிரத்தியேகமான சீர்குலைவுகளை ஏற்படுத்துகிறது. இதிலிருந்து தோன்றுகின்ற கருக்களில் தலையின் மத்தியபாகம் குறுக்கப்பட்டதால் கண்களும், உணர்கொம்புகளும் (tentacle) தலையின் மேற்பாகத்தில் இணைகின்றன. இதற்குச் சைக்ளோப்யா (cyclopia) அல்லது நெற்றிக்கண் என்று பெயர். இயல்பான வளர்ச்சியில் லித்தியத்தால் குறுக்கப்பட்ட பகுதிகள், முட்டையின்

கருவளர் துருவத்தைச் சுற்றிக்காணப்படும் செல்களிலிருந்து வளர்கின்றன. இங்கும் கடல் அர்ச்சினில் இருப்பதைப்போல லித்தியம், இயல்பான வளர்ச்சியில் முக்கிய பங்கு வகிக்கும் கரு வளர்துருவ ஏற்ற இறக்கவாட்டத்தைத் தடுக்கிறது என்பது வெளிப்படையாகத் தெரிகிறது.

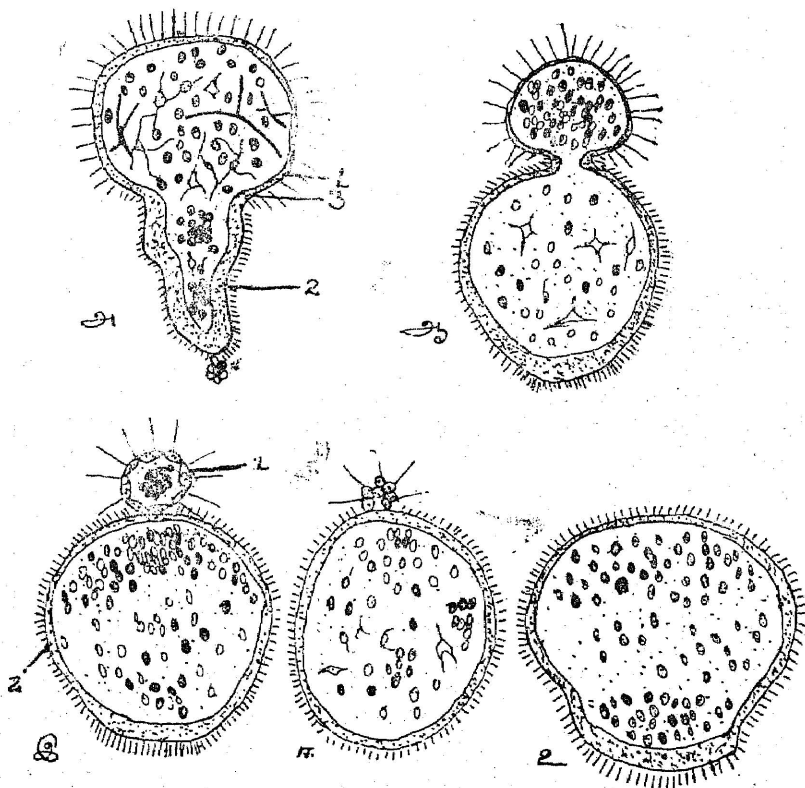
இதேநேரத்தில் கருவளர் துருவ ஏற்ற இறக்கவாட்டம் பலப் படுவதற்கு, நத்தையின் முட்டைகளை வெப்பஅதிர்ச்சிக்கு ஈடு படுத்தவேண்டும். இளநிலை பிளவிப்பெருகுதல் நிலையில், இவ்வாறு வெப்பஅதிர்ச்சிக்கு ஈடுபடுத்தப்பட்ட முட்டையிலிருந்து வளர்ச்சி யுறும் வளர்கருக்களில், லித்தியத்தால் குறைக்கப்பட்ட நடுத் தலைப்பாகம் முன்னை நிலைக்கு மாறுகத் திரும்பவும் போலித் தலையாக மாற்றப்படலாம். (Raven, 1938)

ஒரு முட்டையின் முனைத்துவம் (polarity) அதனுடைய நடு ஊடு ஏற்ற இறக்கவாட்டங்களினுல் நிர்ணயிக்கப்படுகிறது என்று கருதுவோமானுல் இவைகளின் சிதைவு இந்த ஏற்ற இறக்க வாட்ட மண்டலங்களின், முனைத்துவத்தில் சில மாறுபாடுகளை ஏற்படுத்தக்கூடும் என்று எதிர்பார்க்கப்படுகிறது. மைய விலக்குச் சுழற்சியினுல் (centrifuge) முட்டையின் அமைப்பை முழுமையாக மாற்றிவிடமுடியும் என்பதை முன்னமேயே கூறியுள்ளோம். புரோட்டீன் அல்லது புரதம் கொண்ட யோக் அல்லது மஞ்சட் கரு கனமானது. மேலும் கொழுப்புக்கொண்ட யோக், துகள்க ளற்ற சுத்தமான சைட்டோபிளாசத்தை விட இலேசானது. ஆகையால் இந்த இரண்டும், இரண்டு முனைகளிலும், இதன் நடுவில் சைட்டோபிளாசமும் கொண்டு முட்டையில் அமை கின்றன. இவைகளின் அடுக்கமைவுத்திசை முட்டையின் முனைத் துவத்துடன் ஒத்திருக்கவேண்டிய அவசியமில்லை. ஆனுல் முதல் தோன்றிய முனைத்துவத்திற்கு எந்தக்கோணத்திலும் இருக்கலாம். இந்த விதத்தில் இயல்பான யோக்கின் ஏற்ற இறக்கவாட்டமும், அதோடு சார்புடைய ஏற்ற இறக்கவாட்டங்களும், வளர்சிதை மாற்றமும், முழுமையாக அழிக்கப்படுகின்றன. அப்படியிருந்த போதிலும், இப்படிப்பட்ட முட்டைகளின் எஞ்சிய வளர்ச்சி, பெரும்பாலான முட்டைகளில் முனைத்துவம் மாறுமல் அப்படியே இருக்கிறது என்பதைக் காட்டுகின்றது. முட்டையின் பொருட்கள் மையவிலக்கு சுழற்பகுப்புக் கருவியினுல் இடம் பெயர்க்கப்பட் டாலும், அடிக்கடி குறுகிய காலத்திற்குள் தன்னுடைய முந்திய ஆதி இயல்பான இடத்திற்கு, அதாவது மூல முட்டையின் நடு ஊட்டிற்குத் திரும்பிவிடுகிறது. (Raven, 1938) துருவக்கோள்கள் (polar bodies), தொடக்கநிலை கருவளர் துருவத்தினின்று வெளி

யேற்றப்படுகின்றன. பிளவிப்பெருகலும், கருவின் வளர்ச்சியும், தொடக்கநிலே கருவளர்துருவ முனேத்துவத்திற்கு ஏற்ருற்போல் வழிப்படுத்தப்பட்டிருக்கின்றன. இந்த அமைப்பு மைய மொன்றைச் சுற்றிச்சுழலும் பொருள்களின் மையத்துக்கு எதிர்த் திசையில் செயல்படும் விசையாற்றலுக்கு அப்பாற்பட்டுத் தனித் தியங்கும் தன்மையுடையது. முனேத்துவத்தைத் தழுவிநிற்கும் காரணக்கூறுகள் இடம் பெயர்க்கப்படவில்லே என்பது தெளி வாக்கப்படுகிறது. மையவிலக்குச் சுழற்பகுப்புக் கருவியிஞல், சுழற்றப்பட்ட பொழுதும் அவைகள் மாறுவதில்லே. அக்காரணக் கூறுகள் முட்டையில் காணப்படும் ஒருபொருளில் இயல்பாகவே அமைந்து, மையமொன்றைச் சுற்றிச் சுழலும் பொருள்களின் மையத்துக்கு எதிர்த்திசையில் செயற்படும் விசையாற்றலால் இடம் பெயர்க்கப் படாமலிருக்கிறது. (centrifugal force) அப்படி உண்மையெனக் கொள்ளத்தக்க, கெட்டியான பொருள் முட்டை புறப்படலமேயாகும். அதாவது புறணி என்று கொள்ளலாம். (cortex) அதன்பின் முனேத்துவம் முட்டையின் புறணியில் இடம் பெற்றிருக்கும் காரணக் கூறுகளேப்பொருத்தே இருக்கும். நடு ஊடு ஏற்ற இறக்கம், இந்தக் காரணக் கூறுகளின் விளேவாகவே தோன்றுகின்றன. இங்கே இந்தப் பொது விதிக்குச் சில விதி விலக்குகள் இருக்கலாம். உதாரணமாக, நீர், நில வாழ்வி களில் யோக் ஏற்ற இறக்கவாட்டம் பின்ஞல் வளர்ச்சியுறும் வேற்றிளவுயிர் எந்தத் திசையில் தோன்றும் என்பதை அறுதி யிட்டுக் காட்டுவதில் முக்கியத்துவம் வகிக்கிறது. நீர், நில வாழ்விகளின் முட்டைகளேத் தலேகீழாக மாற்றி மாற்றிய, நிலேயில் பொருத்திஞல் அதிக எடையுள்ள யோக் சைட்டோப் பிளாசத்தின் வழியாகக் கருவுணவுப் பக்கத்திலிருந்து கருவளர் துருவப் பக்கத்திற்கு மூழ்குகின்றது அல்லது செல்கின்றது. மாட்டோமுரா (Motomura, 1935), பாஸ்டீல்ஸ் (Pasteels, 1938-39) போன்றவர்களின் கருத்திற்கிணங்க, இந்த யோக்கின் ஏற்ற இறக்கத் தலேகீழ்மாற்றம், முட்டையின் முனேத்துவத்தின் தலேகீழ் மாற்றத்தில் முடிகிறது.

பொதுவாகப் புறணிக் காரணக்கூறுகள் முனேத்துவத்திற்கு எவ்வளவு முக்கியம் வாய்ந்ததாக இருக்கிறனவோ அதேபோல் அவைகள சமச்சீருக்கும் முக்கியம் வாய்ந்தவைகள். பாஸ்டீல்ஸ் நீர் நில வாழ்விகளின் முட்டைகளேப்பற்றி விரிவான ஆராய்ச்சி மேற் கொண்டார். இந்த முட்டைகளின் உள்அமைப்பைப் புவீஈர்ப்புச் சக்தியால் அல்லது மையப்புள்ளியைச் சுற்றிச் சுழலும் பொருள் களின் மையத்துக்கு எதிர்த்திசையில் செயல்படும் விசையாற்ற லால் சிதைத்தார். இந்த முட்டையின் இனியுள்ள வளர்ச்சி,

வருங்கால வளர்கருவின் மூலக்கூறு அமைந்திருக்கும் இடமும் அதனுடைய திசைவழி சமச்சீரமைவும் இரண்டு காரணக்கூறு களின் எதிரெதிர் செயலாக்கத்தில் அமைந்திருக்கிறது என்பதை மெய்ப்பித்தது. இந்த இரண்டு காரண ஆக்கக் கூறுகளில் ஒன்று



படம் 16.

கடல் அர்ச்சின் அசாதாரண வளர்கருக்கள்

அசாதாரண வளர்கருக்கள் லித்தியத்துடன் செயல்படுத்தப்படுவதால் தோன்றுகின்றன.

அ. வெளி இருபடைக் கருக்கோள்.

ஆ, இ, ஈ, உ. அக அடுக்கு, புற அடுக்கைப் பயன்படுத்திக் கொண்டு பரவுகிறது.

1. புற அடுக்கு, 2. அக அடுக்கு, 3. மீசன்கைம் செல்கள்.

கருவுணவுத்துருவ ஏற்ற இறக்கம். இது சைட்டோபிளாசத்தில் இடம் பெற்றிருக்கிறது. இரண்டாவது புறணியில் காணப்படும்

ஏற்ற இறக்கவாட்டச் செயலெல்லை (gradient field). இதைப் புறணிச் செயலெல்லை (cortical field) என்றழைக்கலாம். இந்தச் செயலெல்லையில் மாறுபடுகின்ற மதிப்பைக்கொண்ட அல்லது அளவைக்கொண்ட காரணக்கூறு ‘C’ காரணக்கூறு ஆகும். இதனுடைய இயற்கையமைப்பு இன்னும் கண்டுபிடிக்கப்படவில்லை. இயல்பான முட்டைகளில் இந்த ‘C’ காரணக்கூறின் ஆக்க அழுத்தம் அதமநிலையில் காணப்பட்டு சாம்பல்நிறப் பிறை வட்டப் பொருளின் நடுமையத்துடன் இணைகின்றது. இதனுடைய மிகக்குறைந்த ஆக்கநிலை இதன் எதிர்த்திசையில் அமைந்திருக்கிறது. ஆகவே இந்தச் செயலெல்லையில் காணப்படுகின்ற எல்லா ஏற்ற இறக்க வாட்டங்களும் முதுகுப் பக்கத்திலிருந்து வயிற்றுப் பக்கத்தை நோக்கிச் செல்கின்றன. ஆகவே. சம அளவு செயலூட்டம்கொண்ட தளங்கள் முட்டையின் மேற்பரப்பை ஒன்றன் பின் ஒன்றாக அடுக்கப்பட்ட வட்டவளையங்களாக வெட்டுகின்றன. இந்த ஏற்ற இறக்க வாட்டம், சாம்பற்பிறை தோன்றிக்கொண்டிருக்கும்பொழுது தோன்றுகிறது.

கடல் அர்ச்சின்களிலும் புறணிக் காரணக் கூறுகள் வெளிப்படையாக இதே பங்கை ஏற்கின்றன. பீயஸ் (Pease, 1939) என்பவர் டென்டிராஸ்டர் (Dendraster) என்ற விலங்கின் முட்டைகளைக் கற்றறிந்தார். இந்த முட்டைகள் மையவிலக்குச் சுழற் பகுப்புக் கருவியில் (centrifuge) சுழற்றப்பட்டது. இவ்வாறு சுழற்றப்பட்ட முட்டையினின்று தோன்றும் வளர்கருவின் வயிற்றுப் பக்கம் புறணியின் ஏற்ற, இறக்கவாட்ட மண்டலத்திற்கும், முட்டையினுள் காணப்படும் புரோட்டோபிளாசத்தில் இருக்கும் சில பொருள்களுக்கு இடையில் ஏற்படும் எதிரெதிர்ச்செயல் விளைவால் நிர்ணயிக்கப்படுகிறன என்று கண்டார். இந்தப் பொருள்கள் விசைச் சுழற்சியின்போது குவிமையப் பக்கத்தில் சேர்கின்றன. ஆகையால் இந்த எடுத்துக்காட்டு நீர், நில வாழ்விகளில் நாம் விரிவாக விளக்கியதற்கு முற்றிலும் ஒப்புமை உடையதாக இருக்கிறது.

லிம்னேயா (Limnaea) என்ற மெல்லுடலியின் முட்டையில் கருவளர் ஏற்ற இறக்கவாட்டச் செயலெல்லை (gradient field) புறணியின் இட எல்லைக்குட்பட்டிருக்கிறது. பலவகையான பொருள்களையும் உப்புகளையும் கொண்டு சோதனை நடத்தியதில் புறணியின் ஏற்ற இறக்கச் செயலெல்லை மைக்ராஸ்கோப்பினல் அல்லது நுண்ணோக்கியால் கண்டறியமுடியாத உயிர்க்கூழ் பொருள்களின் வடிவ அமைப்பைப் பொருத்திருக்கிறது என்பதை ஊகித்தறிய முடிந்தது. இந்த உயிர்க்கூழ் பொருள்களின் (bio colloids) ஒரு கூறாக

பாஸ்ஃபடைடுகள் (phosphatides) அமைந்திருக்கின்றன. இவை களின் நிலையான தன்மைக்குக் கால்சிய அயனிகள் முக்கியமாக இருக்கின்றன.

இதற்கு முன்னுல் கண்ட உண்மைகளை ஓரளவு உறுதியோடு சுருக்கிக் கூறுமிடத்து, முட்டையின் திசைவழி அமைவுமுறை அதனுடைய நடுஊடு, புறணி ஏற்ற இறக்கவாட்டங்களின் செய லெல்லைகளின் பின்னிய செயல் விளைவுகளினுல் கட்டுப்படுத்தப் படுகிறது. இந்தச் செயலெல்லைகள் முனைத்துவத்தையும் (polarity) சமச்சீரமைப்பையும் (symmerty) வரையறுக்கின்றன. அப்படிச் செய்யும் அதேசமயத்தில் வருங்கால வளர்கருவின் முக்கிய திசை களையும் வரையறுக்கிறது. முட்டையின் இந்தத் திசைவழிஅமைவு முறையை ஒத்த தரமுடைய நிலையான மண்டலமாகக்கூட அழைக்கலாம். எஞ்சிய எல்லா வளர்ச்சிமுறைச் செயல்களும் இந்த நிலையான ஒத்த தரமுடைய மண்டலத்தைச் சார்ந்தே அமைக்கப்பட்டிருக்கின்றன. அங்கே சில நிலையான ஒற்றுமை களும் இருக்கின்றன. ஆகையால் முட்டையின் முனைத்துவத்திற் கும் சமச்சீரமைப்பிற்கும் இடையிலும் வருங்கால வளர்கருவின் அமைப்பிற்கிடையிலும் ஒற்றுமைகள் காணப்படுகின்றன.

4. வேதியியல் வழி வேறுபடுதல்
(Chemodifferentiation)

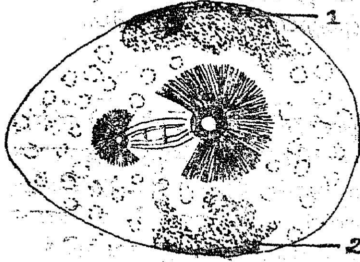
முன்னுள்ள அத்தியாயங்களில் வளர்ச்சியின் தொடக்கத்தில் முட்டையின் புரோட்டோபிளாசம் முழுமையாக ஒருபடித்தான அமைப்பைக் கொண்டிருக்கிறது என முடிவெடுத்துள்ளோம். இந்த முட்டைகள் பிரிந்து பெருகுவதற்குரிய சக்தியை மிகக் குறைந்த அளவிலேயே பெற்றிருக்கின்றன. இந்த முட்டைகளில் துருவ அமைப்பும் இரு சமச்சீர் அமைப்பும், நடு இருசு ஏற்ற இறக்கவாட்டமும் புறணி வட்டமும் ஆகிய இந்த இரண்டையும் தழுவிக் கொண்டிருக்கின்றன. நாம் இப்பொழுது இடம் சார்ந்த (spatial multiplicity) பலவகையாகும் தன்மை எவ்வாறு வளர்ச்சி நடைபெறும் பொழுது அதிகமாகிறது என்பதைப் பார்ப்போம்.

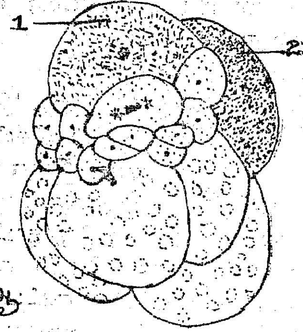
பலவகையான எடுத்துக்காட்டுகளில் நிகழ்த்தப்பட்ட, பல வகையான ஆராய்ச்சிகள் மூலம் முதல்படியாக முட்டையில் எங்கும் ஒரே அளவாகக் காணப்பட்ட சில பொருள்கள் எங்கும் பொதுப் பரவலாக இல்லாமல் ஓரிடத்தில் குவிகின்றன. இந்தக் குவிவுகள் மூலச் செல்களில் எந்த இடத்தில் குவிந்திருக்கின்றதோ அந்த இடத்தின் தலைவிதியை நிர்ணயிப்பதில் திட்டவட்டமாகச் செயல்படுவதில் குறுக்கிடுகிறது. இந்தப் பொருள்கள் பின்னால் வளரக்கூடிய வளர்கருவில் காணப்படும் சில உறுப்புகளுக்குத் தேவைப்படுகின்ற பொருள்களைக் கொடுப்பதாக முதன்முதலில் கருதப்பட்டது. இக் காரணத்தின் அடிப்படையில் இது **உறுப்பு உருவாக்கு–பொருள்கள்** (organ, forming substances) என்று அழைக்கப்பட்டது. பின்னால் இந்த நோக்கம் மிகமிக ஒவ்வா முறையில் வரையறுக்கப்பட்ட திட்டமாகக் கருதப்பட்டது. மூலத்தில் சில இடங்களில் நிறைந்திருக்கின்ற பொருள்கள் அந்த இடத்தின் எஞ்சிய வளர்ச்சியில் அறுதியிட்டுக் கூறும் அளவிற்குக்

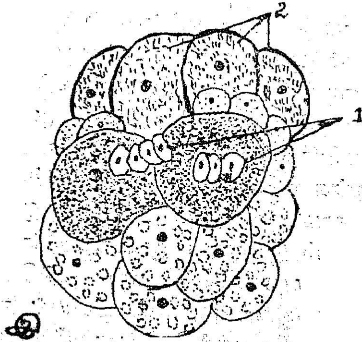
குறுக்கிடுகிறது. ஆனல், அந்த இடங்களிலிருந்து தோன்றுகின்ற உறுப்புகளுக்குத் தேவைப்படுகின்ற வளர்பொருள்களாக ஒரு போதும் இருக்கமுடியாது என்று கருதப்படுகிறது. ஆகையால் இவைகளை உயிரணுவின் வளர்ச்சியை நிர்ணயிக்கும் பொருள்கள் (determining substances) என்று அழைப்பது மிகப் பொருத்த மானது.

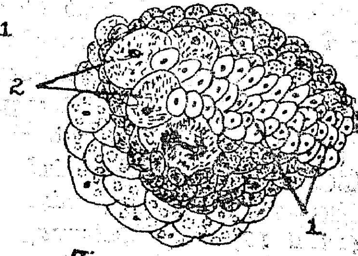
பென்னர்ஸ் (Penners, 1922-25) டியுபிஃபெக்ஸ் (Tubifex) என்ற புழுவின் வளர்ச்சியில் செய்த ஆராய்ச்சிகளை இங்கே உதாரண மாகக் காட்டலாம். இந்த இனத்தில் கருத்தரித்தல் நடந்த சிறிது காலத்திற்குள் தனித்தன்மை கொண்ட புரோட்டோபிளாச மூலப் பொருள் குவிவு முட்டையின் கருவுணவுத் துருவத்திலும் கருவளர் துருவத்திலும் காணப்படுகின்றன. இந்த இரண்டு குவிவுகளும் அல்லது கூட்டத்தையும் முறையே கருவளர் துருவப் பிளாசம் என்றும் கருவுணவுத் துருவப் பிளாசம் என்றும் அழைக்கப் படுகின்றன. (vegetative and animal poleplasm) (படம் 17 அ). லெக்மானின் (1940) சோதனைகளிலிருந்து எந்தப் பொருள் குவிக்கப்பட வேண்டுமோ அந்தப் பொருள்களின்மேல் புறணியின் சில பகுதிகள் செலுத்துகின்ற ஈர்ப்புச் சக்தியின் அல்லது கவர்ச்சி யின் காரணமாக அந்தப் பொருள்கள் குவிந்திருக்கக்கூடுமென்று தெரியவருகிறது. மையவிலக்குச் சுழற்பகுப்பு முறைக்கு உட்படுத்தப்பட்ட முட்டைகளின் (centrifuged) புரோட்டோ பிளாசத்தின் மூலப் பொருள்கள் அல்லது ஆக்கப் பொருள் கூறுகள் வியாபித்திருக்கும் தன்மை முற்றிலும் மாற்றப்படுகிறது. இருந்தபோதிலும் துருவப்பிளாசம் இன்னும் முட்டையின் முதல் இரண்டு மூலத் துருவங்களில் புறணியின் கீழ் கூடுகின்றன (படம் 18). துருவப்பிளாசத்தின் இயற்பியல், வேதியியல் கூட்ட மைப்பு எஞ்சியுள்ள புரோட்டோபிளாசத்தினின்று சிறிதளவே மாறுபட்டிருக்கிறது. இந்தத் துருவப் பிளாசத்தில் நொதிகள் நிறைந்திருக்கின்றன. நொதிகளில் முக்கியமாக ஆக்ஸிடேசஸ் அதிகமாகக் காணப்படுகிறது. லெக்மான் (Lehmann, 1948) எஞ்சிய வளர்ச்சியின்பொழுது இந்த இரண்டு துருவப் பிளாசங்களும் முட்டையின் மத்தியில் இணைகின்றன என்று கண்டார். பெரும் பாலான புழுக்களிலும் மெல்லுடலிகளில் இருப்பதைப்போல டியுபிஃபெக்ஸிலும் (tubifex) பிளவிப்பெருகல் மிகவும் பிரத்தி யேகமான ஒழுங்கான முறையில் நடைபெறுகிறது. முதலில் முட்டை நான்கு கருக்கோளச் செல்களாகப் பிளவுபடுகிறது (Blastomeres). கருவளர் துருவத்தில் ஒவ்வொரு கருக்கோளச் செல்லும் பல செல்களை அரும்புகின்றது. இவைகளுக்கு மைக்ரோ மியர்கள் (micromeres) என்று பெயர். இந்த வகையில் பல

மைக்ரோமியர் நான்கமைப்புகள் (micromere quartets) கருவளர் துவருத்தைச் சூழ்ந்து சுழல் அமைப்பைக் கொண்டதாக உருவாக்கப்படுகின்றன. இதற்குச் சுருள் பிளவிப் பெருகல் (spiral cleavage)









படம் 17.

டியுபிபெக்ஸின் வளர்ச்சி

அ. பிளவிப்பெருகாத முட்டை

1. கருவளர் துருவப்பிளாசம் 2. கருவுண்வுத்துருவப் பிளாசம்

ஆ. 22 செல்களுள்ள படிநிலை (22 செல்களின் எண்ணிக்கையைக் குறிக்கிறது) முதலாவது, இரண்டாவது உடம்புச் செல்கள் தோன்றிற்று (1, 2வது சோமட்டோபிளாஸ்டுகள்)

இ. நடு அடுக்கு மூல முதல் பட்டைகள் உருவாக்கிக் கொண்டிருத்தல்

1. முதல் நிலை நடு அடுக்குச் செல்கள். 2. டிலோ பிளாஸ்டுகள்

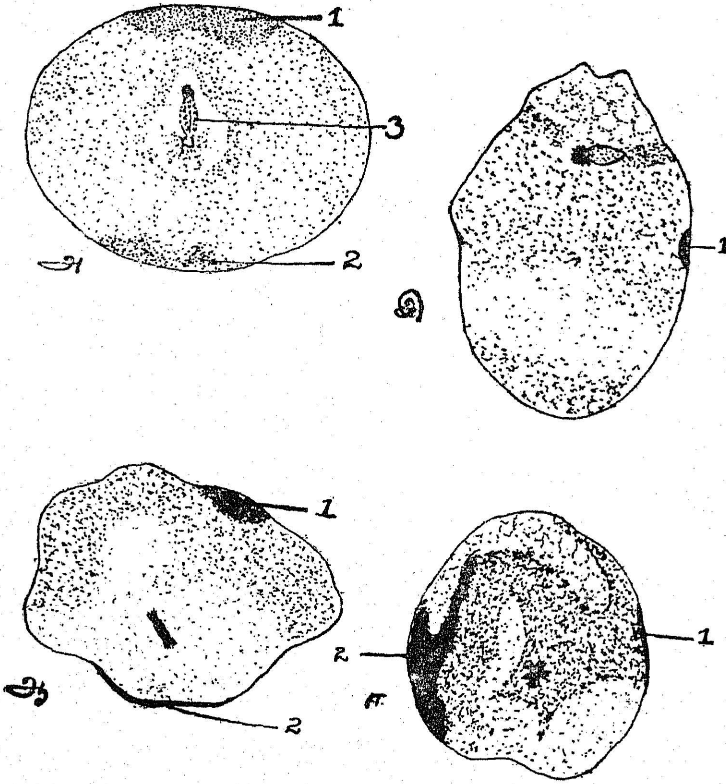
ஈ. வியதான வளர்கரு.

வலப் பக்கத்திலிருந்து இது வலப்பக்கத்து புற அடுக்கு முதல் மூலத்தைக் கொண்டிருக்கிறது. இதன் பின் பகுதியில் டீலோபிளாஸ்டுகள் இருக்கின்றன.

1. புறமூல அடுக்குப்பட்டை 2. டீலோபிளாஸ்டுகள்

என்று பெயர். முதன்முதலில் துருவப்பிளாசம் முதலில் தோன்றிய நான்கு கருக்கோளச்செல்களில் ஒன்றில் இடம் பெற்றிருக்கிறது. இதிலிருந்து தோன்றிய இரண்டு மைக்ரோமியர்களுக்குப் பின்னல் பகிர்ந்து கொடுக்கப்படுகிறது. இந்த இரண்டு மைக்ரோமியர்களும் ஏனைய மைக்ரோமியர்களை விடப் பெரியது. அவைகள் முறையே முதலாவது இரண்டாவது சோமட்டோபிளாஸ்ட்டுகள் (படம் 17 ஆ) (somato blasts) என்று அழைக்கப்படுகின்றன. பின் வளர்ச்சியில் முதல் சோமட்டோபிளாஸ்ட்டு சீக்கிரமே வலது, இடது பாதிக ளாகப் பிளவுபடுகிறது. ஒவ்வொரு பாதியும் பின்னல் அதிக எண் ணுள்ள பெரிய செல்களாகப் பிளவுபடுகின்றது. இவைகளுக்கு டீலோபிளாஸ்ட்டுகள் (teloblasts) அல்லது முனைச்செல்கள் என்று பெயர் (படம் 18). இந்தச் செல்கள் மூலத்தின் (germ) மேற்பரப்பில் அமைந்து அதிலிருந்து வளர்கருவின் (embryo) முன் முனையை நோக்கிச் சிறிய பல செல்களை அரும்புகின்றன (budding). இவ்வாறு அரும்பிய செல்களிலிருந்து வலது-இடது-புற அடுக்கு-மூலப்பட்டை (ectodermal germ-band) உருப்பெருகின்றது. இரண்டாவது சோமட்டோபிளாஸ்ட்டும் கூட இரண்டாகப் பிரிகிறது. அத னுடைய இரண்டு சேய்ச் செல்களும் முதல்நிலை அல்லது மூலநடு அடுக்குச்செல்கள் (primary mesodermal cells) என்று அழைக்கப் படுகின்றன. இந்த மூலநடு அடுக்குச் செல்கள் உட்பகுதிக்கு நகர்ந்து சென்று அங்கே அரும்பும் வழியில் இரண்டு பக்கவாட்டுப் புறங்களிலும் செல்களை உருவாக்குகின்றன. இதிலிருந்து உரு வாக்கப்பட்ட செல்தொகுப்பு வலது, இடது, நடு அடுக்கு மூலப் பட்டையாக அமைகிறது (right-left mesodermal germ band). இந்த நடு அடுக்கு மூலப்பட்டை புறஅடுக்கு மூலப்பட்டைக்கு அடியில் அதேபக்கத்தில் காணப்படுகிறது (படம் 17 இ). எஞ்சிய வளர்ச்சியின்பொழுது வலது, இடது மூலப்பட்டைகளின் இணைவு முன் முனையிலிருந்து தோன்றி படிப்படியாக நடைபெறுகிறது. இந்த இரண்டும் சேர்ந்து வருங்கால வளர்கருவின் மூல முதலான அல்லது அடிமூலமானதாகத் தோன்றுகிறது. நரம்பு மண்டல மும் வளையத் தசைகளும் (circular muscle) புறஅடுக்கு மூலப் பட்டைகளிலிருந்து (ectodermal germ band) (படம் 17 ஈ) தோன்றுகின்றன. ஆகையால் நீளவாட்டத் தசைகள் கண்டக் கழிவு உறுப்புகள் போன்றவைகள் (படம் 17 இ), நடுவடுக்கு மூலப் பட்டைகளிலிருந்து உருவாக்கப்படுகின்றன. தோல், முன் வயிற்றுப் பகுதி போன்றவைகள் எஞ்சியுள்ள செல்களிலிருந்து தோன்றும். இவைகளில் துருவப்பிளாசம் இல்லை (pole-plasm).

பென்னர்ஸ் முட்டைகளை மிகக்குறுகிய பென்சில் போன்ற அல்டிராவயலெட் (ultraviolet) ஒளியினல் கதிரேற்றம் (irradiated)



படம் 18.

டியுபி பெஃக்ஸ் முட்டைகள்

அ. மறைமுகப் பிரிவுக் கதிரைக் கொண்ட இயல்பான முட்டை.

1. கருவளர் துருவப்பிளாசம் 2. கருவுணவுத் துருவப்பிளாசம் 3. மறைமுகப் பிரிவுக்கதிர்.

ஆ. மைய விலக்குப் பகுப்பு முறைக்குட் படுத்தப்பட்ட முட்டை.

(மையத்திலிருந்து புறம் நோக்கிச் செல்கிற விசை முட்டையின் ஊடச்சிற்கு இணையாக இருக்கிறது) மையத்திற்குப் புறத்தே இருக்கின்ற துருவத்தில் துருவப் பிளாசம் அதிகமாகக் குவிந்திருக்கிறது. குறைந்த அளவு துருவப்பிளாசம் மையத்தில் காணப்படுகிறது.

1-ம்; 2-ம்; துருவப்பிளாசங்கள்.

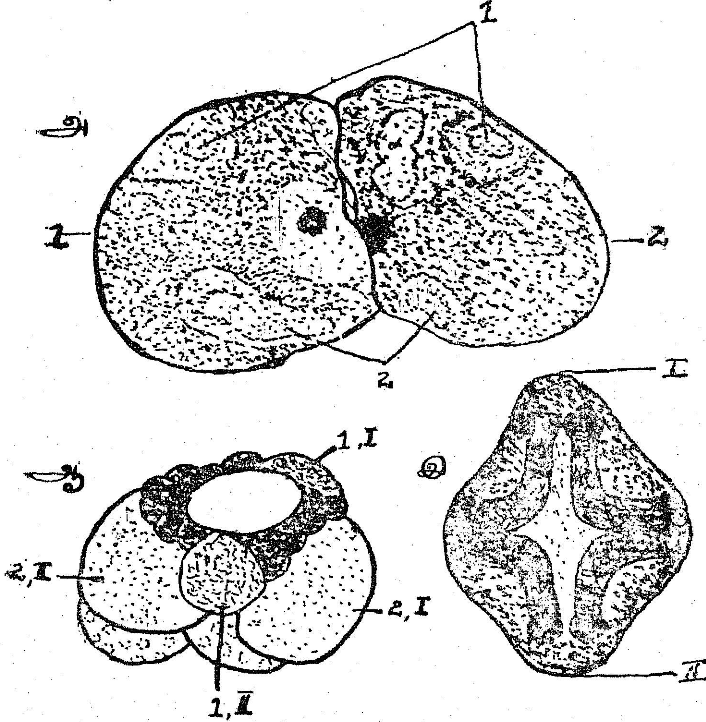
இ. மையத்திலிருந்து புறம் நோக்கிச் செல்கிற விசை முட்டையின் ஊடச்சிற்குச் செங்குத்துக் கோணத்தில் இருக்குமாறு மையவிலக்குப் பகுப்பு முறைக்கு முட்டை உட்படுத்தப்படுகிறது. கருவளர் துருவம் ஓர் பக்கத்தில் இருக்கிறது.

1. கருவளர் துருவம்.

ஈ. சிறுது காலம் கழித்து 'இ' ல் இருப்பதைப்போல மையத்தை நோக்கிச் செல்கிற துருவம் முட்டையின் ஊடச்சிற்கு மேலே இருக்குமாறு சுழற்றப்படுகிறது. துருவப்பிளாசம், மூல முதலான கருவளர், கருவுணவுத் துருவங்களில் குவிகிறது.

1-ம், 2-ம். துருவப்பிளாசங்கள்.

பெறும்படிச் செய்தார். இந்த வழியில் அவர் பிளவிப் பெருகுகின்ற செல்களை இறக்கும்படிச் செய்து அவைகள்



படம் 19.

அ. டியுபிபெஃக்ஸ் முட்டை இரண்டு சமச் செல்களாகப் பிரிக்கப்பட்டிருக்கிறது. (1-2)

1. கருவளர் துருவப்பிளாசம் 2. கருவுணவுத் துருவப்பிளாசம் இரண்டும் பாதியாக்கப் பட்டிருக்கிறது.

ஆ. அது போன்ற முட்டைப் பிளவிப்பெருகல். முதல் இரண்டு சோமட்டோ பிளாஸ்டுகளும், இரண்டாவது, இரண்டு சோமட்டோ பிளாஸ்டுகளும்.

இ. இரட்டை மாபெரும் உயிர் I & II (டியுப்லிகேட்டாஸ் கிருசியேட்டாஸ் இரண்டு மூலத்தின் பட்டைகள் காணப்படுகிறது).

மீண்டுமுள்ள வளர்ச்சியில் பங்குபெருதவாறு செய்தார். அவர் போல்பிளாசம் அல்லது துருவப்பிளாசம் தவிர்க்க முடியாத ஒன்று என்பதை நிரூபித்துக் காட்டினர். துருவப் பிளாசத்தைக் கொண்டசெல்கள் கொல்லப்பட்டிருக்குமானல் முட்டையின்

எஞ்சியுள்ள பாகம் வளர்கருவை உற்பத்திசெய்ய முடியாததாக இருக்கிறது என்று கண்டார். இதற்கு மாறாக முட்டையின் பெரும்பகுதியை அடைத்துக்கொண்டிருக்கின்ற செல்தொகுப்பி லிருந்து வேறுபல செல்கள் வெளியே தள்ளப்பட்டிருந்தாலும் சோமட்டோபிளாஸ்ட்டுகள் கலையாமல் அதனுடைய இடத்தி லிருந்தால் பல பிறட்சிகளைக்கொண்ட ஆனால் முரண்பாடில்லாத வளர்கரு உருவாக்கப்படலாம் என்று கூறினார். முதல் சோமட்டோ பிளாஸ்டு வெளியேற்றப்பட்டால் புறஅடுக்கு மூலப்பட்டை காணப்படுவதில்லை. ஆனால், நடுவடுக்கு மூலப்பட்டை அங்கே இருக்கக்கூடும். இரண்டாவது சோமட்டோபிளாஸ்டைக் கொன்றால் இதற்கு முற்றிலும் எதிரான செயலைத் தோற்று விக்கிறது.

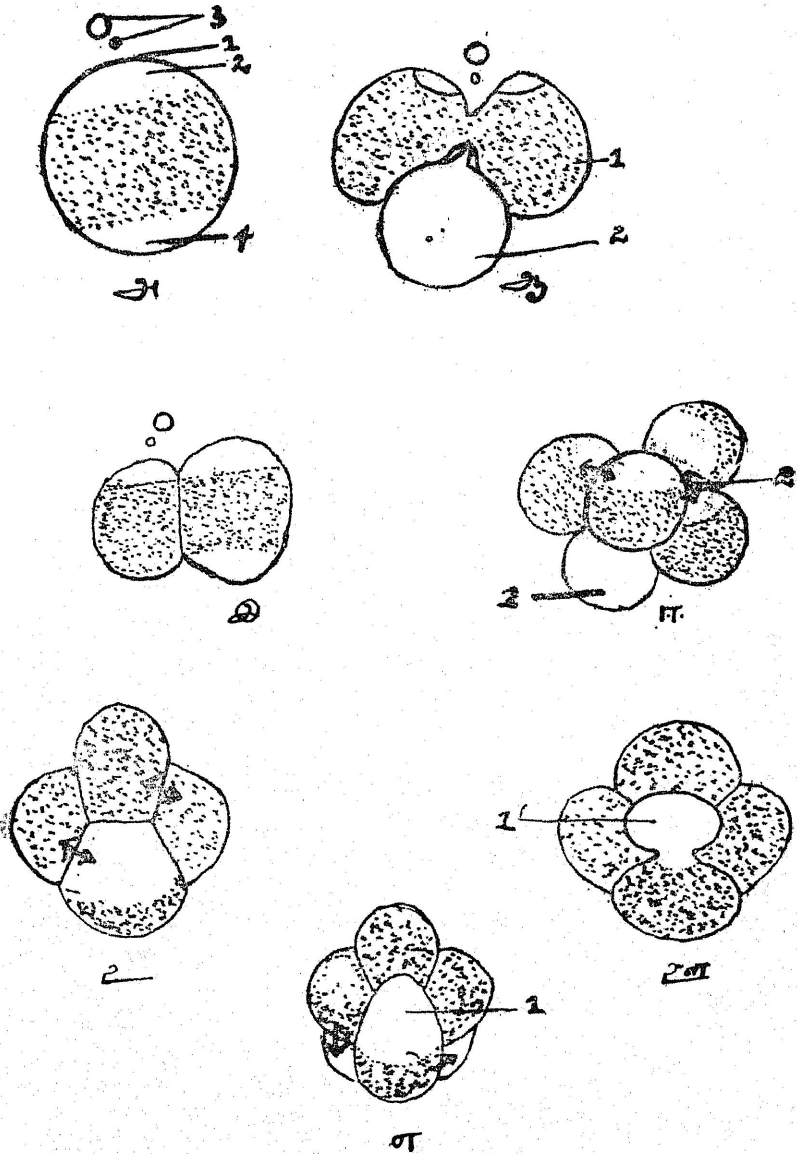
முட்டைகளின் மேல் வெப்பம் படும்படிச் செய்தால் அவ் வெப்பம் பிளவிப்பெருகலில் பல பிறட்சிகளைத் தோற்றுவிக் கிறது. இந்த நிகழ்ச்சியில் துருவப்பிளாசம் முதலில் பிளவிப் பெருகுகின்ற இரண்டு செல்களில் ஒன்றில் மட்டும் குறிப்பாக அசையாமல் இரண்டு செல்களிலுமே ஒரே அளவாகக் காணப் படுகிறது (படம் 19. அ). இதற்குமேலுள்ள வளர்ச்சியில் ஒவ் வொரு கருக்கோளச் செல்லும் முதலாவதும் இரண்டாவதுமான துருவப்பிளாசத்தைக் கொண்ட (படம் 19 ஆ) சோமட்டோ பிளாஸ்டுகளை உருவாக்கலாம். இந்த மூலத்திலிருந்து இரண்டு வளர்கரு மூலங்கள் தோன்றும். அதோடு நிற்காமல் வழக்கிற்கு மாறான இரண்டு வளர்கருக்களையும் (படம் 19. இ) தோற்றுவிக் கின்றன.

இந்தச் சோதனைகள் துருவப்பிளாசம் உண்மையிலேயே ஒரு ஆக்கக்கூறாக அமைகிறது என்பதைக் காட்டுகின்றன. இந்தக் காரணிகள்தான் வளர்கரு வளர்வதற்குத் தேவைப்படும் உள் ளார்ந்த சக்தியைத்தருகின்றன. சுருங்கச் சொன்னால் இந்த ஆக்கக் கூறுதான் வளர்கரு தோன்றுவதை நிர்ணயிக்கிறது என்று கொள்ள லாம். லெக்மான் (Lehmann) இந்த ஆக்கக்கூறு ஒன்றுமட்டும்தான் வளர்கரு வளர்வதை நிர்ணயிக்கின்றது என்று கூறுவதற்கில்லை என்று கூறினார். வேறு சில காரணிகளும் இருக்கின்றன என்பதும் தெரியவருகின்றன. டியுபிபெக்ஸ்ஸின் (tubifex) முட்டைகளை மையவிலக்குச் சுழற்பகுப்பு முறையிலும் அல்லது வேதியியல் பொருள்களில் பதப்படுத்தப்பட்டாலும் இயல்பாகப் பிளவிப் பெருகும் முறையில் பிறட்சிகள் தோன்றுகின்றன.

இவ்விதமான முட்டைகளில் துருவப்பிளாசத்தில் காணப்படு கின்ற சில பொருள்கள் சோமட்டோபிளாஸ்டுகளுக்குச் செல்லு

தில்லை. அதற்குப்பதிலாகத் துருவப்பிளாசத்தில் காணப்படுகின்ற பொருள்கள் மற்றைய சில செல்களில் காணப்படுகின்றன. இந்த முட்டைகள் மூலப்பட்டைகளை (germ bands) ஒருபொழுதும் தோற்றுவிப்பதில்லை. ஆகையால் துருவப்பிளாசப் பொருள்கள் சோமட்டோபிளாஸ்டுகளில் நிலைபெற்றிருந்தால்தான் தன்னுடைய நிர்ணயிக்கும் செயலை மூலப்பட்டையினுள் செலுத்துகின்றன. தன்னியல்பாகப் பிளவிப்பெருகும் செயலைச்சார்ந்த வேறுசில ஆக்கக்கூறுகளும் தங்களுடைய செயலைச் செயற்படுத்த முடிகிறது என்பது வெளிப்படையாகிறது. இந்தக் காரணிகள், முதலாவது இரண்டாவது சோமோட்டோபிளாஸ்டுகள் வளர்கருவின் வெவ்வேறு பகுதிகளை உண்டுபண்ணுவதற்குப் பொறுப்புள்ளதாக இருக்கலாம் என்று கருதப்படுகின்றது.

பல புழுக்களின், மெல்லுடலிகளின் முட்டைகளில் தனித்தன்மை வாய்ந்த துருவப்பிளாசம் கருவுணவுத்துருவத்தில் குவிந்திருக்கிறது. இவ்வாறு குவிந்த பொருள்கள் முதல் சில பிளவிப்பெருகுதலின்போது தனக்கேயுரித்தான சிறப்புப் பழக்கங்களைக் காட்டுகின்றன' முதல் பிளவுப்பள்ளம் முட்டையைப் பிளந்தவுடன் துருவப்பிளாசம் ஏனைய செல்களிலிருந்து ஓரளவு பிரிக்கப்பட்டுத் துருவமடலாக அல்லது துருவ ஓரப்பிளவுக் (polarlobe) கூறாகத் தோன்றுகின்றது. இந்தத் துருவ ஓரப்பிளவுக்கூறு இரண்டில் ஒரு கருக்கோளச் செல்லுடன் இணைந்து காணப்படுகிறது. பின்னல் இணைந்து அந்தக் கருக்கோளச் செல்லுடன் ஒன்றாகக் கலக்கிற (fuses) படியால் எல்லாத்துருவப் பிளாசமும் அந்தக் கருக்கோளச் செல்லால் எடுத்துக் கொள்ளப்படுகிறது. இதே வழிமுறை செயற்பாடுகள்அடுத்தடுத்து வருகின்ற பிளவிப்பெருகுதலில் பலமுறை திருப்பப்படலாம் (படம் 20) இங்கே மறுபடியும் துருவப்பிளாசம் முழுவதும் முடிவில் முதலாவது, இரண்டாவது சோமட்டோபிளாஸ்டுகளுக்கே சென்றுவிடுகிறது. இந்த எடுத்துக்காட்டுகளிலும்கூட இனியுள்ள வளர்ச்சிக்குத் துருவப்பிளாசம் மிகமிக முக்கியமானதென்று;பலசோதனைகள் மூலம் எடுத்துக்காட்டப்பெறுகிறது. துருவ ஓரப்பிளவுக் கூறுவை முழுமையாக (polar lobe) எடுத்துவிட்டால் குறைபாடுகளையுடைய வளர்கரு தோன்றுகிறது. வளர்கருவில் பலவுறுப்புகள் காணப்படவில்லை. துருவ ஓரப்பிளவுக் கூறுவை அரைகுறையாக நீக்கினல் முன்பு முற்றிலும் காணப்படாத உறுப்புகள் ஓரளவு வளர்கின்றன (படம் 21-ஈ-ஊ). சற்று வளர்ச்சியுற்ற படியிலுள்ள வளர்கருவிலிருந்து சிலபகுதிகளைப் பிரித்தெடுத்தால் துருவப்பிளாசங்களைக் கொண்ட செல்கள் பல சிறு வேற்றிளவுயிர்களாக வேறுபாடடைகின்றன (larvae). இந்த வேற்றிளவுயிர்கள் முழுமையானவைகளாக இருந்தபோதி



படம் 20.

டெண்டேலியம் பிளவிப்பெருகல்.

அ. பிளவிப்பெருகாத முட்டை,
கருவளர் துருவத்தில், துருவப்பிளாசத்தையும், துருவக் கோள்களையும் கொண்டிருக்கிறது,

1. கருவளர் துருவம், 2. கருவளர் துருவப்பிளாசம்,

3. துருவக்கோள்கள், 4. கருவுணவுத் துருவப்பிளாசம்.

ஆ. முதல் பிளவிப்பெருகல்.
கருவுணவுத் துருவப்பிளாசம், துருவ மடலாகச் செறிவுற்றிருக்கிறது. எஞ்சிய முட்டையிலிருந்து முற்றிலும் பிரிக்கப்பட்டிருக்கிறது.

1. பிளவிப்பெருகிய செல்கள், 2. துருவ மடல்.

இ. இரண்டு செல்படி நிலை.
துருவப்பிளாசம், பிளவிப்பெருகிய செல்கள் இரண்டில் ஒன்றோடு கலந்து இணைவுற்றிருக்கிறது.

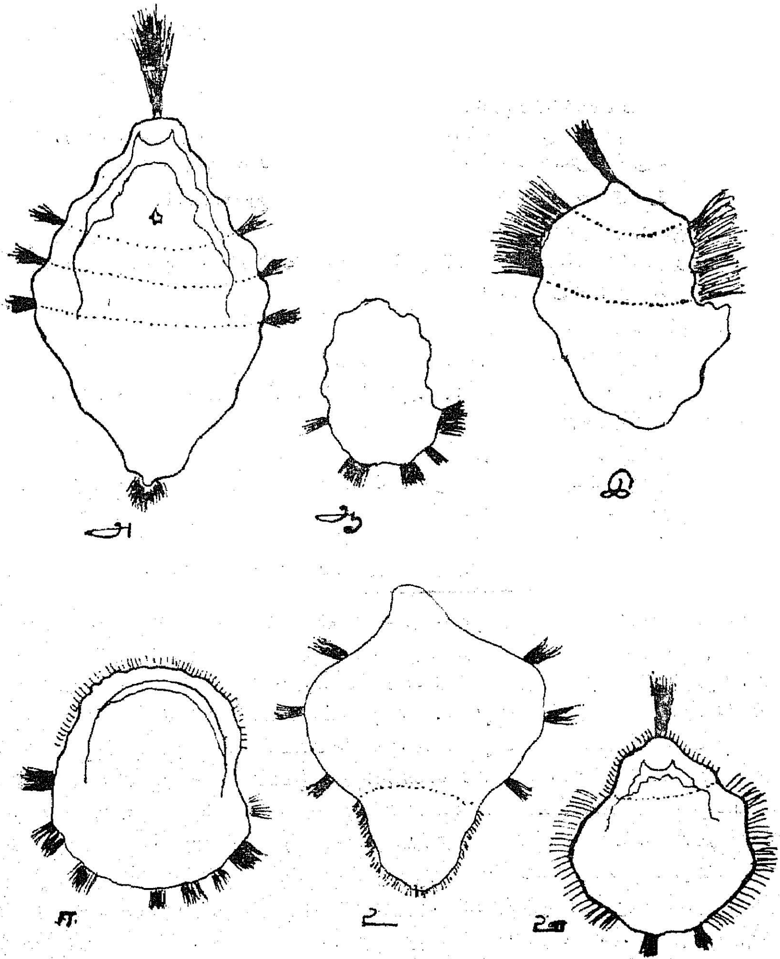
ஈ. இரண்டாவது பிளவிப்பெருகல்.
துருவமடல் புதிதாகத் தோன்றுகிறது.

1, துருவ மடல், 2. அம்புக்குறிகள் பிளவிப்பெருகும் தளத்தைக் குறிக்கின்றன.

உ. நான்கு செல்படி நிலை.
துருவ மடல் பிளவிப்பெருகிய செல்களில் ஒன்றோடு கலந்திணைவுற்றிருக்கிறது.

எ. எட்டுச் செல்கள் படிநிலை.
துருவப்பிளாசம், பிளவிப் பெருகிய செல்களில் ஒன்றில் மட்டும் இருக்கிறது.

லும் முரண்பாடில்லாத முறையில் அமைக்கப்படவில்லை. இந்த வேற்றிளவுயிர்களில் எந்த உறுப்புகள் கேள்விக்குறிக்கிலக்காகிறதோ அந்தவுறுப்புகள் எதிர்பார்த்ததற்கு மேலான வளர்ச்சியையே காட்டுகின்றன. துருவப்பிளாசத்தைக் கொள்ளாத பிரித்தெடுக்கப்பட்ட கருக்கோளச் செல்களின் தொகுப்பு குறைகளையுடைய வளர்கருவாக வளர்கிறது (படம் 21-அ, ஈ). டியுபிஃபெக்ஸில் (tubifex) காணப்பட்டதைப்போலவே அசாதாரண சூழ்நிலைகளில் துருவ ஓரப்பிளவுக்கூறு (polar lobe) முதல் இரண்டு கருக்கோளச்செல்களுக்கும் பரவிக்காணப்படுகிறது. இந்த அமைப்பிலிருந்து இயற்கைக்கு மாறான இரண்டு வளர்கருக்கள் தோன்றலாம். ஆனால் முன்னால் குறிப்பிட்டது போன்ற அமைப்புடைய முட்டைகளின் இரண்டு கருக்கோளச் செல்களையும் முழுமையாகப் பிரித்தால் ஒவ்வொரு கருக்கோளச் செல்லும் முழுமையான வளர்கருவாக வளர்கிறது. டைடெல்பாம் (Titlebaum, 1928), வில்சன் (Wilson, 1929) ஆகிய இருவரும் பிளவிப்பெருகல் தோன்றுவதற்கு முன்பே இரு பாதிகளாகப் பிரிக்கப்பட்ட முட்டைத் துணுக்குகளின் வளர்ச்சியைப் பற்றி ஆராய்ச்சிகள் நடாத்தியுள்ளார்கள். துருவப் பிளாசம் கருத்தரிக்காத முட்டைகளில்கூட முதலிலேயே இருக்கிறது என்பதைக் கண்டார்கள். முதன் முதலில் துருவப் பிளாசம் முட்டைப் பிளாசத்தின்மேல், ஒரே படிநிலையில் (homogeneous) பகிர்ந்தளிக்கப்பட்டிருக்கிறது. பின்னால் இந்தப் பிளாசம் கருவுணவுத் துருவத்தில் கூடுகின்றது.



படம் 21.

டெண்டேலியம்

அ. சாதாரண டிரோக்கோஃபோர் லார்வா.

ஆ. பிரித்தெடுத்த, துருவப்பிளாசம் இல்லாத கருக்கோளச் செல்லிருந்து தோன்றிய லார்வா.

இ. பிளவிப்பெருகிய துருவப்பிளாசத்தைக் கொண்ட செல்லிலிருந்து தோன்றிய லார்வா.

ஈ. முட்டையிலிருந்து தோன்றிய லார்வா,
(பாதியளவு முதற்பாதி துருவமடல் சீவி நறுக்கப்பட்டிருக்கிறது)

உ. முட்டையிலிருந்து தோன்றிய லார்வா,
(முதற்துருவ மடல் முட்டையிலிருந்து நீக்கப்பட்டு இருக்கிறது)

ஊ. இரண்டாவது துருவமடல் சீவி நறுக்கப்பட்ட முட்டையில் இருந்து வளரும் லார்வா.

இந்தச் செயல் எல்லா இனங்களிலும் ஒரே காலத்தில் நடைபெறுவதில்லை. சில இனங்களின் முட்டைகளில் இச் செயல் கருத்தரிப்பதற்கு முன்னுல் நடைபெறுகிறது. இன்னும் சில இனங்களில் (species) கருத்தரித்தவுடனேயே நடைபெறுகிறது. இன்னும் சிலவற்றில் கருத்தரித்து முதல் பிளவிப்பெருகல் பிளவு தோன்றுவதற்குச் சிறிது காலத்திற்கு முன்னுல் நடைபெறுகிறது.

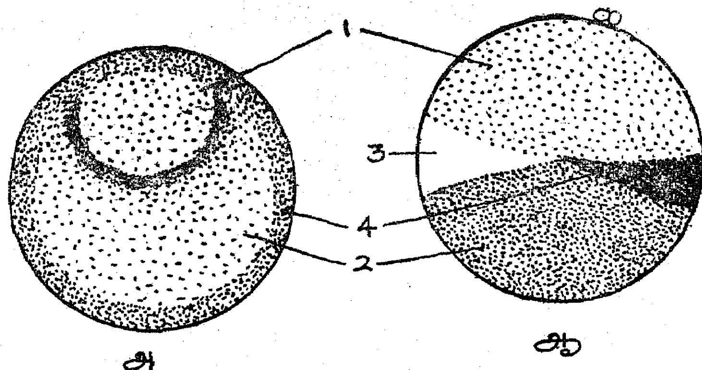
வில்சன் என்பவரால்(Wilson, 1904) டென்டேலியம் (Dentalium) என்ற மெல்லுடலி இனத்தைச் சார்ந்த முட்டைகளில் நடத்தப்பட்ட ஆராய்ச்சியிலிருந்து வியக்கத்தக்க முடிவுகள் கிடைத்திருக்கின்றன. இந்த இனத்தில் துருவ ஓரப்பிளவுக்கூறு மூன்றுமுறை தோன்றுகிறது. அதாவது. முதலாவது, இரண்டாவது, மூன்ருவது பிளவிப்பெருகலின்பொழுது தோன்றுகின்றன (படம் 20). டென்டேலியத்தின் வளர்ச்சியில் டிரோக்கோஃபோர் என்ற வேற்றிளவுயிர் காணப்படுகிறது. இந்த வேற்றிளவுயிரின் உடலைச் சுற்றி மோதிர அமைப்பைக் கொண்ட வட்டமான நுண்ணிழைகள் (cilia) காணப்படுவது இதனுடைய தனித்தன்மையாகும். இந்த நுண்ணிழை வட்டம் முன்னுல் காணப்படும் முன்ட்ரோக்கல் (pre-trochal) தொகுதியையும் பின்னுல் காணப்படும் பின்ட்ரோக்கல் (Post-Trochal) தொகுதியையும் பிரிக்கிறது. வேற்றிளவுயிரின் கருவளர் பக்கப் பகுதியில் நுண்ணிழைத் தொகுப்பு காணப்படுகிறது. இதற்கு முகட்டு உறுப்பு (apical organ) என்று பெயர். பிளவிப்பெருகலில் முதற் பிளவின் பொழுது துருவ ஓரப்பிளவுக்கூறுவை நீக்கினுல் முகட்டு உறுப்பு இல்லாத வேற்றிளவுயிர் இதனின்று தோன்றுகிறது. இந்த லார்வாக்களில் பின்ட்ரோக்கல் (post trachal) பகுதிகள் இன்னும் குறைந்த அளவிலேயே காணப்படுகிறது. ஆனுல், இவை வழக்கமான முகட்டு உறுப்பை வைத்திருக்கின்றன (படம் 21 ஊ). ஆகவே, முகட்டு உறுப்பு தோன்றுவதற்குக் காரணமாக அமைகின்ற ஆக்கக் கூறுகள் முதல் துருவ ஓரப் பிளவுக் கூறுவில்தான் அமைக்கப்பட்டிருக்கின்றன இரண்டாவது ஓரப்பிளவுக் கூறுவில் இல்லை என்பது வெளிப்படையாகத் தெரிகிறது.

அசிடியன் (Ascidian) அல்லது கடல் பீச்சு முட்டைகளின் வளர்ச்சி முறையில் உயிரணுவின் வளர்ச்சியை அறுதியிடுவதாகக் கருதப்படும் பொருள்கள் எங்கும் பொதுப்பரவலாகக் காணப்படாமல் குறிப்பிட்ட சில இடங்களில் நிறைந்து காணப்படுவது ஒரு சிறந்த எடுத்துக்காட்டாகும். இந்த இனத்தைச் சேர்ந்த புதிதாக இடப்பட்ட முட்டைகளின் புரோட்டோபிளாசத்தில் காணப்படும் வண்ணங்களைக் கொண்டு (pigmentation) மூன்று

வேறுபட்ட பொருள்களைப் பிரித்தறியலாம் அல்லது வேறு படுத்திக் காணலாம். கருவளர் துருவத்தில் புறப்பிளாசத்தைக் (ectoplasm) காணலாம். இந்தப் புறப்பிளாசம் பூப்பு நடை பெறும்பொழுது மூல முட்டைச் செல்லின் உட்கருவின் சாற்றி லிருந்து தோன்றியிருக்கிறது. இந்த உட்கருவின் சவ்வு மறையும் பொழுது அதைச் சுற்றியிருக்கும் முட்டையின் புரோட்டோ பிளாசத்துடன் கலக்கிறது. ஒரு மெல்லிய மீசோபிளாசம் (mesoplasm) முட்டையின் மேற்பரப்பில் காணப்படுகிறது. எஞ்சியுள்ளது எண்டோ பிளாசமாக அல்லது அகப் பிளாசமாகக் (endoplasm) கொண்டிருக்கிறது (படம் 22அ). கருத்தரித்தல் நடந்த சிறிது காலத்திற்குப் பிறகு இந்தப் பொருள்கள் சிக்கலான வழியில் பாய்ந்தோடுவதைக் காணமுடியும். இது முடிந்த வுடனேயே பின்வரும்முறையில் இந்தப் பொருள்கள் பகிர்ந்தளிக் கப்படுகின்றன. புறப்பிளாசம் கருவளர் பக்கத்தை அடைகிறது. அகப்பிளாசம் (endoplasm) கருவுணவுப் பக்கத்தை அடைகிறது. மீசோபிளாசம் அல்லது நடுப்பிளாசம் நடுவட்டக்கோட்டிற்கு அருகாண்மையில் வயிற்றுப் புறத்தில் குவிந்திருக்கிறது. இதை மஞ்சள் பிறை (yellow crescent) என்றும் அழைக்கிறார்கள். இதற் கிடையில் நான்காவது பொருள் ஒன்று தோன்றுகிறது. இதற்குக் கார்டோ நியுரோ பிளாசம் அல்லது முதுநாண்-நரம்பு-பிளாசம் (chordo neuroplasm) என்று பெயர். கார்டோ நியுரோபிளாசம் நடு வட்டக்கோட்டிற்கு அருகாண்மையில் முட்டையின் முதுகுப் பக்கத்தில் தோன்றுகிறது. இது சாம்பற் பிறை (grey crescent) ஆகிறது (படம் 22 ஆ). இதன் விளைவாக முட்டை அறுதியிட்டுக் கூறும்படியான இருபக்கச் சமச் சீரமைப்புக் கொண்டிருக்கிறது. பிளவிப்பெருகல் படிப்படியாக நடைபெறும்பொழுது சைட்டோ பிளாசத்தில் காணப்படுகின்ற பலவகையான பொருள்கள் வெவ் வேறு செல்களில் அமைவு பெற்றுவிடுகின்றன. இன்னமும் நடை பெறவேண்டிய வளர்ச்சியில் அவைகள் வெவ்வேறு உறுப்புகளையும் திசுக்களையும் தோற்றுவிக்கின்றன. புறப் பிளாசத்தைக்கொண்ட செல்கள் தோலை உற்பத்தி செய்கின்றன. எண்டோபிளாசத்தைக் கொண்ட செல்கள் குடற்கூறுவை (gut) உருவாக்குகின்றன. நடுப் பிளாசத்தைக்கொண்ட (mesoplasm) மஞ்சள் பிறையில் காணப் படும் செல்கள் தசைகளையும் இணைப்புத் திசுக்களையும் தோற்று விக்கின்றன. சாம்பற் பிறையில் காணப்படும் கார்டோ நியுரோ நடுப்பிளாசத்தைக் கொண்ட செல்களில் பாதி முதுகுநாண் ஆகவும் மைய நரம்பு மண்டலமாகவும் வளர்ச்சியுறுகின்றன.

பலவகையான சோதனைகள்மூலம் பலவகையான புரோட்டோ பிளாசத்தைக் கொண்ட செல்கள் உண்மையாகவே வெவ்வேறு வளர் ஆற்றலைப்பெற்றிருக்கின்றன என்பது நிரூபிக்கப்பட்டிருக்

கிறது. பிரித்தெடுக்கப்பட்ட கருக்கோளச் செல்கள் பிரிக்கப் படாமலிருந்தால் எந்தெந்த உறுப்புகளைத் தோற்றுவித்திருக்கக் கூடுமோ அதே உருப்புகளையே தோற்றுவிக்கின்றன (கான்க்ஃலின் Conklin, 1905–11). ஒரே வகையான புரோட்டோபிளாசத்தைக் கொண்ட எல்லாச் செல்களையும் பிரித்தெடுத்தால் இதிலிருந்து எந்த உறுப்புகள் தோன்றுமோ அந்தவுறுப்புகள் வேற்றிளவுயிரில்



படம் 22.

கடல் பீச்சின் முட்டைகள்

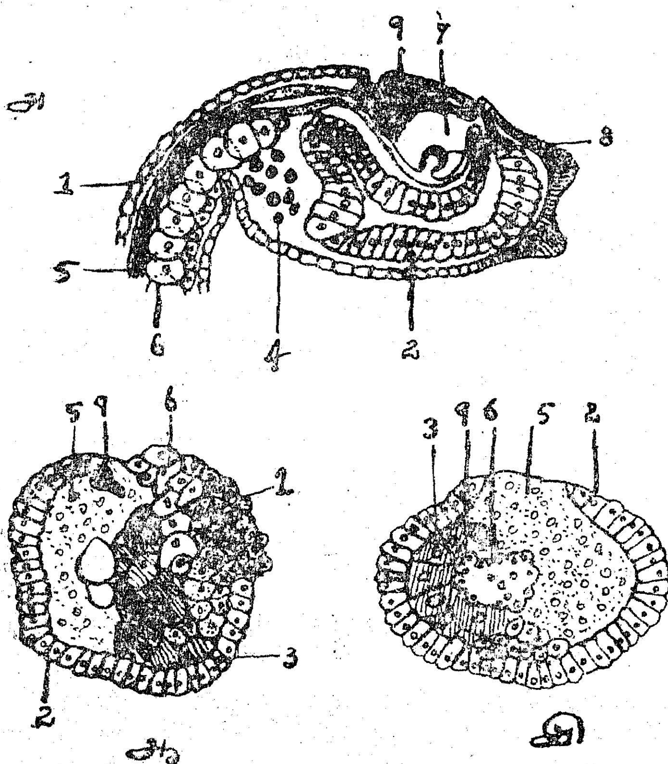
அ. கருத்தரித்தலுக்கு முன்,
ஆ. கருத்தரித்த பின்.
1. புறப் பிளாசம், 2. அகப் பிளாசம், 3. முதுகு நாண், நரம்புப் பிளாசம், 4. மீசோ பிளாசம்.

காணப்படுவதில்லை (Von-Ubisch, 1939). மைய விலக்குச் சுழற் பகுப்பு முறைக்கு உட்படுத்தப்பட்டு பிளவிப்பெருகல் தோன்றுது நிலையில் இருக்கும் முட்டைகளில் எந்தெந்த இடங்களில் எந்தெந்த புரோட்டோபிளாசப் பொருள்கள் இருக்கவேண்டும் என்ற நிலை மையில் மாற்றம் ஏற்படுகிறது. இவ்வாறு செய்முறைப் படுத்தப் பட்ட முட்டைகளிலிருந்து தோன்றுகின்ற வளர்கருக்களில் வெவ் வேறு திசுக்களும், உறுப்புகளும் காணப்படுகின்றன. ஆனால், இவ்வுறுப்புகள் எல்லாம் முறையாக அமையாமல் முற்றிலும் மாறுபட்ட முறையில் அமைந்திருக்கின்றன [கான்க்ஃலின் Conklin, 1939), படம் 23].

இதிலிருந்தும், இதுபோன்ற வேறுசில சோதனைகளிலிருந்தும் பின்வரும் முடிவுகள் எடுக்கப்பட்டிருக்கின்றன. புரோட்டோ பிளாசத்தில் காணப்படுகின்ற பல்வேறு பொருள்கள் வளர்கருவின் பல்வேறு உறுப்புகளின் வளர்ச்சியை அறுதியிடுவதாகக் கருதப்

6

படுகிற பொருள்களாகின்றன. இந்தப் பொருள்கள் எந்தத் திசையில் அமைந்திருக்கின்றதோ அந்தத் திசையிலேயே செல்களின் வளர்ச்சியையும் வழிநடத்திச் செல்கின்றன. இருந்த போதிலும் பின்னுல் தோன்றிய டால்க் (Dalcq, 1938), ரோஸ் (Rose,



படம் 23.

சுடல் பீச்சுகளின் லார்வாக்கள்

அ. கடல் பீச்சு லார்வா வலப்பக்கப் பார்வை,

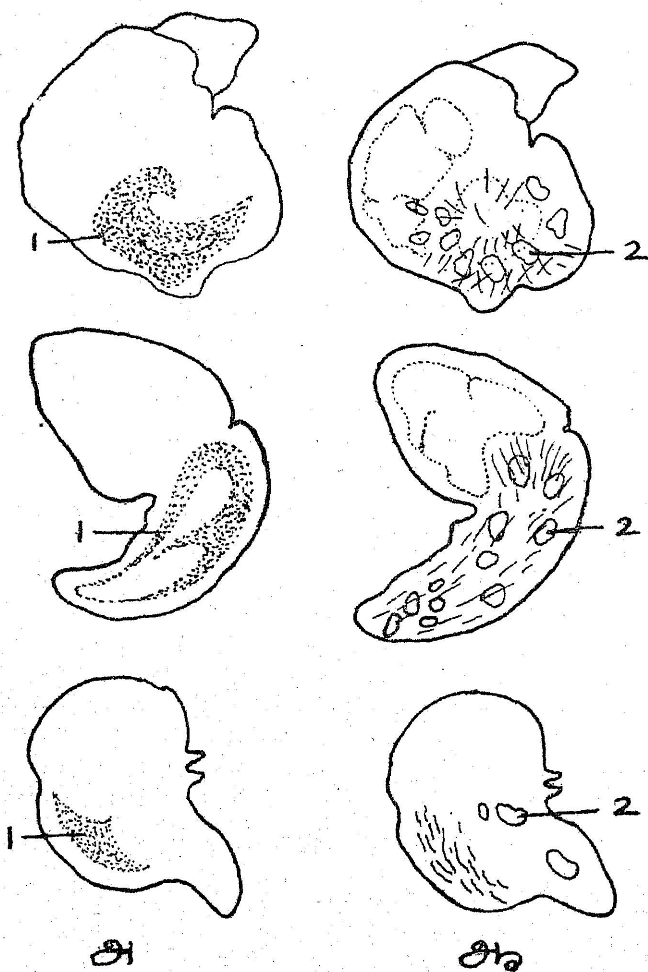
ஆ, இ. மைய விலக்குப் பகுப்பு முறைக்கு உட்படுத்தப்பட்ட முட்டைகளிலிருந்து தோன்றிய அசாதாரண லார்வாக்கள்.

1. புற அடுக்கு, 2. அக அடுக்கு, 3. நடு அடுக்கு,
4. மீசன்கைம், 5. நரம்பு மண்டலம், 6. முதுகுநாண்,
7. மூளைக் குழிகள், 8. ஸ்டேட்டோசிஸ்ட் 9. கண் இடம்.

1939), ரோவர்பெரி (Roverberi, 1946), மின்காண்டி (Minganti, 1949) போன்றவர்களும், அவர்களோடு இணைந்த விஞ்ஞானிகளும் நடத்திய சோதனைகளிலிருந்து அசிடியன் முட்டையைத் தனித்தனியான, ஒன்றோடொன்று தொடர்பில்லாமல் வளரும்

மூலமுதலானவைகளைக் (primordia) கொண்ட பலவண்ண ஒட்டாகக் (mosic) கருதக்கூடாது என்று கூறியிருக்கிறார்கள். இந்தப் பகுதிகளுக்கு இடையில் நடைபெறும் சிக்கலான எதிர் விளைவுகள் இந்த முட்டைகளின் வளர்ச்சியில் முக்கிய அங்கம் வகிக்கின்றன. இந்தக்கூற்று குறிப்பாக மீசோபிளாசத்திற்கு மிகவும் பொருந்தும். இந்த மீசோபிளாசம் எந்தச் செல்களில் காணப்படுகிறதோ அந்தச் செல்களைத் திட்டவட்டமாகத் தசையாகவும், இணைப்புத் திசுவாகவும் மாறுபாடு அடையும்படிச் செய்கிறது. ஆகையால், மீசோபிளாசம் உண்மையிலேயே வளர்ச்சியை அறுதியிடும்பொருள் என்று கருதப்படுகிறது. இந்த எடுத்துக்காட்டிலும், கருத்தரித்தபின் சைட்டோபிளாசத்தில் காணப்படும் வெவ்வேறு உட்கூறுகள் எங்கும் பரவலாகக் காணப்படாமல் வெவ்வேறு இடத்தில் குவிந்துகாணப்படுதல் முட்டைக்கு வெளியே காணப்படும் புறணியின் செயல் விளைவாகவே இருக்கக் கூடுமென்று கருதப்படுகிறது.

திசுவேதியியல் (histochemical) முறைகளைப் பயன்படுத்தி ரீஸ் (Ries, 1939), அசிடியனின் மீசோபிளாசத்தில் ஆக்ஸிடேஸ்களும், பெர்-ஆக்ஸிடேஸ்களுமான நொதிகள் காணப்படுகின்றன என்பதை நிருபித்தார். இதேபோன்று டியுபிபெஃக்ஸ் (tubifex) துருவப் பிளாசத்திலும் (pole-plasm) காணப்படுகிறது. இந்த நொதிகளைக் (enzyme) கொண்டுள்ள புரோட்டோபிளாசத்தை மைய விலக்குச் சுழற்பகுப்பு முறைப்படி, அவைகள் இருக்குமிடங்களிலிருந்து இடம் பெறச் செய்யலாம். இப்படி மைய விலக்குச் சுழற்பகுப்பு முறைக்குட்படுத்தப்பட்ட முட்டைகளிலிருந்து தோன்றும் வளர் கருக்களில் (embryos) சதைத் திசுக்கள் நொதிகளைத் தன்னகத்தே கொண்ட பிளாசத்தைக் கொண்ட செல்களிலிருந்து தோன்றுகின்றன என்பதை ரீஸ் (Ries) காட்டினார் (படம் 24). இந்த நொதிகள்தாம் அதைக்கொண்ட செல்களைச் சதைத் திசுவாக உருவாக்குவதற்கு அறுதியிடும் பொருளாக இருக்கவேண்டும் என்ற கோட்பாட்டிற்கு மேலே காட்டிய சோதனை மிகவும் பொருத்தமாகவும் சாதகமாகவும் வாதத்திற்கொத்ததாகவும் இருக்கிறது. ஆகவே, கேள்விக்குறிய பொருள்களாக இருக்கும் பொருள்கள் இந்த நொதிப் பொருளாகவே இருக்கலாம் என்று கொள்ளலாம். இந்த நொதிகள் செல்களின் வளர்சிதை மாற்றத்திற்கு மிக முக்கியமானவைகளாகக் கருதப்படுகின்றன. ஆகவே, நொதிகள், அவைகளுடைய செயல் விளைவுகளைச் செல்களின் வளர்சிதை மாற்றத்தின் வழியாக ஈடுபடுத்தி, செல்களின் தலைவிதியை நிர்ணயிக்கக்கூடும் என்று கருதப்படுகிறது. ஆகவே வளர்சிதை மாற்றத்தில் ஏற்படும் மாற்றமே மாறுபாடடைவதற்குக் காரணமாக இருக்கலாம்.



படம் 24.

நெறி பிறழ்வான வளர்க்கருக்கள்

மைய விலக்குப் பகுப்பு முறைக்குட்பட்ட முட்டைகளிலிருந்து தோன்றியவைகள்

அ. வரிசை : உயிர்வாழ் லார்வாக்கள் கோடிட்ட இடங்களில் சதைச் சுருக்கம் காணப் பட்டது, (இடப் பக்கம்)

ஆ. வரிசை : அதே விலக்குகளில் பொருத்தப்பட்டு (வலப் பக்கம்) பெர்ஆக்ஸிடேஸ்கள் இருப்பதைக் காட்டுவதற்காக பென்சிடைன் அதே விலங்குகள் பொருத்தப்பட்டு, பெர் ஆக்ஸிடேஸ்கள் உடன் செயற்படுத்தப்பட்டிருககிறது. பெர் ஆக்ஸிடேஸ்கள் வெளிக்காட்டப் படுகின்றன. நேர் நிலைப்பட்ட எதிர்ச் செயல் (குற்றிட்ட பரப்புக்கள்). இந்த இடங்களில் தசைச் செல்கள் காணப்படுகின்றன.

1. தசைச் செல்கள், 2. தசைச் சுருக்கம்.

நாம் முதன்முதலில் உறுப்புகளை உருவாக்கும் பொருள்கள் தாம் (organ forming substances) உறுப்புகளைத் தோற்றுவிப்ப தற்குத் தேவைப்படுகின்ற சாதனங்களையும், பொருள்களையும் கொடுக்கின்றன என்ற கோட்பாடு மிகமிக எளிதாக்கப்பட்ட விளக்கமாகும். இதன்பின் மேலே கண்ட கோட்பாட்டை மாற்றி உயிரணுவின் வளர்ச்சியை நிர்ணயிக்கும் பொருள்கள் (determining substances) என்று மாற்றியமைக்கப்பட்டது. அதாவது உயிரணு வின் அல்லது செல்லின் வளர்ச்சியை நிர்ணயிக்கும் பொருள்கள், அந்தச் செல்லை ஒரு குறிப்பிட்ட வளர்ச்சியில் முறையாக ஈடு படுத்துகிறது. எவ்வாறிருப்பினும் அண்மைக்கால ஆராய்ச்சியின் விளைவாக இந்தக் கருத்துக்கூட மிகவும் திட்டமிட்ட ஒன்றுகவே இருக்கிறது என்று கருதப்படுகிறது. உண்மையில் பொருள்களுக் கிடையேயுள்ள தொடர்புகள் நாம் எதிர்பார்ப்பதைவிட மிகவும் சிக்கலான ஒன்ருக இருக்கலாம். ஒரு செல்லினுடைய மாறுபாடடை யும் திறனை (differentiation) ஒரே ஒரு நிர்ணயிக்கும் பொருள் (determining substance) நிர்ணயிக்க முடியாது என்பது உண்மை யென்று கொள்ளத்தக்க கருத்தாகும். ஒரு செல் எந்தத் திசையை நோக்கி வளரவேண்டுமென்பது அங்கே காணப்படுகின்ற ஒவ் வொரு பொருளின் அளவையும் அவைகளுக்கிடையிலுள்ள தொடர்புகளின் தரத்தையும் கொண்டுதான் கூற இயலும். இவைகள் எல்லாம் இணைந்து, இந்தச் செல்லின் வளர்சிதை மாற்றத்தை ஆட்சி செய்கின்றன. (உதாரணம்: நொதிகள், வைட்டமின்கள்) இந்தப் பொருள்களின் அளவில் மிகக் குறைந்த அளவு வேறுபாடு காணப்படாமலும் செல்லின் திசுவேதியியல் சமநிலையை (histological equilibrium) மாற்றுகிறது. இவ்வாறு மாற்றப்படும் பொழுது, அந்தச் செல்களின் வளர்ச்சியின் திசை யும் மாறுகிறது. பெல்ட்டிரிரா (Peltrera, 1940) கடல் நீரில் வாழும் அப்லிசியா (Aplysia) என்ற மெல்லுடலியின் முட்டையில் இயற் பியல், வேதியியல் முறையில் பல முக்கியமான பொருள்கள் முட்டையினுள் எவ்வாறு பரவியிருக்கின்றன என்பதை அறியும் வகையில் நடத்திய ஆராய்ச்சிகளிலிருந்து ஒரு தெளிவான முடிவைத் தந்திருக்கிருர். இதுவரை கண்ட உயிரணுவின் வளர்ச்சியை நிர்ணயிக்கும் பொருள்கள் சில எதிர்பாராமல் நிகழ்கிற நிகழ்ச்சிகளிலிருந்து தோன்றிய காரணப் பொருள்களாகவே இருக் கின்றன. ஆனுல் இந்தச் சிக்கலான செயல் விளைவுமண்டலத்தில் வெளிப்படையாகத் தெரியும் உட்சிறு காரணக்கூறுகள் பல் வகையான பொருள்களின் கூட்டுக் கலவையாக இருக்கக் கூடும்.

இந்த அத்தியாயத்தில் வளர்ச்சி ஆரம்பித்தவுடன் முதன் முதலில் ஏறத்தாழ ஒரே படித்தாயுள்ள முட்டையின் சைட்டோ

பிளாசம் வெவ்வேறு வகையான பொருள்களின் அடர்த்தி முட்டையின் வெவ்வேறு பகுதிகளில் அதிகமாவதால் மிகச் சிக்கலான நிலையை அடைகிறது. இந்தப் பொருள்கள் முதன் முதலில் முட்டையின் சைட்டோபிளாசம் முழுவதிலும் ஒரே அளவாகக் காணப்பட்டிருக்கவேண்டும். இவைகளின் குவிதல் (accumulation) முட்டையின் கூட்டிணைவு மண்டலத்தின் (co-ordinate system) திசைவழி அமைக்கும் செயலினால் குவிகின்றன. இந்தக் கூட்டிணைவு மண்டலம் முட்டையின் புறணியில் (cortex) காணப்படுகிறது. இந்தப் பொருள்கள் முதன் முதலில் முட்டையின் சைட்டோபிளாசத்தில் இல்லை. ஆனால், முட்டையில் ஏற்படுகின்ற வேதியியல் செயல் விளைவுகளால் இந்தப் பொருள்கள் டினோவா (de-novo) முறைப்படித் தோற்றுவிக்கப்படுகின்றன. உதாரணமாக நீர்நில, வாழ்விகளில் நடு இருசு, புறணி ஆகிய இரண்டின் ஏற்ற இறக்க வாட்டங்களுக்கிடையில் நடைபெறுகின்ற பின்னிய செயல் விளைவின் காரணமாகத் தோன்றக் கூடுமென்று டால்க் (Dalcq) யூகித்தார். எது எப்படியிருந்த போதிலும் முட்டையின் வெவ்வேறு பகுதிகள் முதன் முதலில் ஒன்று போலிருந்தன. இப்பொழுது அப் பகுதிகள் வேதியியல் அமைப்பில் வேறுபாடுகளைக் காட்ட ஆரம்பித்திருக்கின்றன. நாம் ஜே.எஸ். ஹக்ஸிலியின் (J. S. Huxley) வழியைப் பின்பற்றி இந்த ஆராய்ச்சிக்குட்படுத்தப்படாத கருத்தை வேதியியல் வழி மாறுபாடடைதல் (chemo differentiation) என்று அழைக்கலாம்.

மூலத்தின் பல பகுதிகளுக்கிடையில் காணப்படும் இயற்பியல், வேதியியல் அமைப்பு வேறுபாடுகள் அப் பகுதிகளின் வளர்ச்சியாற்றலிலும் (developmental potencies) வேறுபாடுகளைத் தோற்றுவிக்கின்றன. மேலெழுந்த வாரியாகச் சொன்னால் முட்டை முதலில் சமஆற்றல் மண்டலமாக (equipotential system) இருந்திருக்கிறது. ஆனால் இப்பொழுது முட்டை ஒன்றுக்கொன்று வேறுபட்ட ஆற்றல்களைக் கொண்ட பல வண்ணப் பட்டைகளாகப் பிரிக்கப்பட்டிருக்கிறது. முட்டையின் (mosaic) வளர்ச்சியில் வேதியியல் வழி மாறுபாடடைதல் இளநிலையில் அல்லது முதிர் நிலையில் தோன்றலாம். அசிடியனின் பிளவுபடா முட்டை பலவகையான புரோட்டோபிளாசப் பொருள்களைக் கொண்ட ஒரு பலவண்ணப் பட்டை என்பதை முன்பே கண்டோம். இந்த மூலத்தின் பல்வேறு பாகங்களின் வளர்ச்சியடையும் ஆற்றல் ஆரம்ப காலத்திலிருந்தே ஒரு நிலையில் இல்லாததாக இருக்கிறது. ஆகவே, வளர்ச்சி பல வண்ணப்பட்டை வளர்ச்சிப் பண்பைக் கொண்டிருக்கிறது. மற்ற முட்டைகளில் வேதியியல் வழி மாறுபாடடைதல் சில காலங் கழித்தே தோன்றுகிறது. மூலத்தின் வெவ்வேறு பாகங்கள் அப்

பாகங்களின் ஆற்றல்களைப் பொருத்த அளவிலும், அமைப்பிலும் ஒரே தன்மையுடையதாக வெகுகாலம் வரை இருக்கின்றன. ஆகவே, ஒரு முட்டையின் பாதியோ அல்லது இரண்டு முட்டைகள் ஒன்றாகக் கலந்தவொன்றோ முரண்பாடில்லாத வடிவளவுடைய வளர்கருவாக வளர முடியும். இதற்கு ஒரு இன்றியமையாத முன்னிகழ்ச்சி ஒன்று தோன்றவேண்டும். அஃதென்னவென்றால் முட்டை தன்னுடைய ஒத்தத்தரமுடைய மண்டலத்தின் (co-ordinate system) சிதைவுக்குப் பின்னால் நடு அச்சு இருசுக்கும் புறணிக்கும் இடையில் இருக்கும் ஏற்ற இறக்கவாட்டச் செயலெல்லை (gradient fields) சமநிலையைப் போன்ற ஒரு புதுச் சமநிலையை தோற்றுவிப்பதால் முட்டை தன்னைத் திரும்பவும் சரிப்படுத்திக் கொள்ளமுடியும். இந்த முட்டைகளின் பின்வரு நிலைகளில் மூலப் பொருள்களைச் சேர்த்தாலும் அல்லது எடுத்தாலும் அவைகள் தங்களைச் சீர்படுத்திக்கொள்கின்றன. இவ்வகை முட்டைகள் ஒழுங்கு படுத்தும் முட்டைகள் (regulation eggs) என்று அழைக்கப் படுகின்றன. ஆகையால், பல வண்ணப் பட்டை முட்டைகளுக்கும் ஒழுங்கு படுத்தும் முட்டைகளுக்குமிடையில் காணப்படுகின்ற வேறுபாடுகள் ஆரம்ப காலத்திலோ அல்லது பிற்காலத்திலோ தோன்றுகின்ற வேதியியல் வழி மாறுபாடு அடைதலின் காரண மாகவே இருக்கின்றன.

முன்பே தோன்றிய (pre-formed) அல்லது புதிதாக உருவாக்கப் பட்ட முட்டையின் வளர்ச்சியை நிர்ணயிக்கும் பொருள்கள் முட்டையின் சைட்டோபிளாசத்தில் சில குறிப்பிட்ட இடங்களில் குவிதல் முட்டையின் இடம் சார்ந்த பலவகையான தன்மையை (spatial multiplicity) உருவாக்கிறது. முதன் முதலில் இந்த இடஞ் சார்ந்த அமைப்புமுறை மிகமிகச் சாதாரண நிலையில் இருக்கிறது. ஆனால், இந்தச் சாதாரணச் சூழ்நிலை போகப்போக அதிகரித்துக் கொண்டே சென்று இக்கட்டான நிலைக்குத் தோற்றிடமாக இருந்திருக்கமுடியும் என்பதைக் கற்பனை செய்துகொள்ள முடியும். எங்கும் பொதுப் பரவலாக இல்லாத சில பொருள்களின் அடர்த்தி வேதியியல் செயல் விளைவுகளைத் தோற்றுவிக்கின்றன. இந்த விளைவுகள் முன்னமேயேநடைபெறாமல் இருப்பதற்குக் காரணம் இந்த விளைவுகளை ஏற்படுத்தக் கூடிய செயலூக்கிகளின் (reagents) அடர்த்திக் குறைவேயாகும் அல்லது தடுக்கும் பொருள்கள் காணப் படுவதால் செயல் தடுக்கப்பட்டிருக்கலாம். எங்கும் பொதுப் பரவலாகக் காணப்படாத சில பொருள்களின் குவிவு இயற்பியல் பண்புகளான PH, RH மின்வழிப் பண்புகளை வேறுபடுத்துகிறது. இவைகள் காணப்படுகின்ற இடங்களில் வளர்சிதை மாற்றத்தின் தன்மையும் மாறுபடுகிறது. அப் பண்புகள் அவைகளுக்குள்

காணப்படும் ஈர்ப்புச் சக்தியாலோ அல்லது எதிர்ப்புச் சக்தியாலோ (repulsion) பின்னிய செயல் விளைவுகளைத் தோற்றுவிக்கின்றன. இந்த எல்லா விதமான காரணிகளும் போகப்போக அதிகமாக்கிக் கொண்டே சென்று இக்கட்டான பண்புகளை இந்த இயற்பியல், வேதியல் மண்டலத்திற்குக் கொடுக்கின்றன. இதனுடைய இடஞ்சார்ந்தப் பலவாக அமையும் தன்மை முதன் முதலில் முனைத்துவம் (polarity), சமச்சீர் (symmetry) என்ற பண்புகளாகவே இருந்தது. வேதியியல் வழி மாறுபாடடைதல் தோன்றி விட்டால் திடமாக முன்னேறிச் சென்று முட்டையின் பலவாகும் தன்மை தீவிரமாக்கப்பட்டு, முட்டை மேன்மேலும் விரிவான பலவாகும் தன்மையைக் கொண்டதாக மாற்றியமைக்கப் படுகிறது.

இது வரையில் முட்டையின் சைட்டோபிளாசத்தைக் குறித்தே ஆராய்ந்துள்ளோம். அடுத்து வரும் அத்தியாயத்தில் ஒரு புதிய முட்டையில் காணப்படும் செயல் விளைவு பின்னிய செயல் விளைவு மண்டலங்களின் சிக்கல் ஆகிய வற்றைப்பற்றி விவாதிப்போம். இந்தப் புதிய சிக்கலான மண்டலமும் அதனுடைய செய்கைகளும் உட்கருவில் அமைந்திருக்கின்றன.

5. உட்கருக்காரணிகளை உணர்தல்

(The Realisation of the Nuclear Factors)

இரண்டாவது அத்தியாயத்தில், கருத்தரித்தலில் எப்படி முட்டையின் உட்கருவும், விந்துவின் உட்கருவும் ஒன்றாக இணைந்து ஒரு உட்கருவாகத் தோன்றுகிறது என்பதைக் கண்டோம். இந்தத் தனி உட்கருவுக்குக் கருத்தரித்த முட்டையின் உட்கரு அல்லது சின்கேரியான் (synkaryon) என்று பெயர். இது இரண்டு உட்கருவின் குரோமோசோம்களையும் பெற்றிருக்கிறது. அதாவது அது இரண்டுவகைக் குரோமோசோம்களை வைத்திருக்கிறது. இதைப் பற்றிய மரபுவழி (genetics) செல்லியல்வழி ஆராய்ச்சிகள் இந்த நூலுக்கு அப்பாற்பட்டதாகும். ஆனால், மரபுவழி வாயி லாகவும் செல்லியல்வழி வாயிலாகவும், கிடைக்கின்ற ஆராய்ச்சிகளிலிருந்து, மரபுவழிப் பண்புகளைத் தாங்கி நிற்கும் பொருள்களான ஜீன்கள், குரோமோசோம்களில் இடம் பெற்றி ருக்கின்றன என்பதை நாம் அறிகிறோம். ஆகையால், கருத்தரித்த முட்டையின் உட்கரு இரண்டு ஜதை ஜீன்களைப் பெற்றிருக்கிறது. ஒன்று தாய் வழியிலிருந்தும், மற்றொன்று தந்தை வழியிலிருந்தும் வந்தவைகள். இவைகள் பெற்றோர்களிடமிருந்து மரபியல் வழிப் படி கடத்தப்படும் பண்புகளை புதிதாகத் தோன்றுகின்ற விலங் கிற்குக் கடத்துகின்றன. இந்தப் பண்புகள் கருத்தரித்த முட்டை யில் நன்றாக வளர்ச்சி பெறாத நிலையில் இருக்கின்றன. வளர் கருவின் படிப்படியான வளர்ச்சியில் இந்தப் பண்புகளை மெய் யாகக் காணமுடிகிறது. இதோடிணைந்த செயல் முறைகளைப் பற்றி இந்த அத்தியாயத்தில் காண்போம்.

பிளவிப்பெருகல் நடைபெறும் காலமுழுவதும் தொடர்ந்து சின்கேரியான் (synkaryon) முதலில் இரண்டாகவும், பின் நான் காகவும், மேலும் தொடர்ந்து பிளவிக்கொண்டே சென்று முடிவில் பல எண்ணிக்கையுள்ள பிளவிப்பெருகிய உட்கருக்களாகத்

தோன்றுகின்றன. ஒவ்வொரு பிளவுபட்ட உட்கருவும், ஒவ்வொரு கருக்கோளச் செல்லில் காணப்படுகிறது.

வீஸ்மேனுடைய புனைக்கருத்துக்கு இசைய, இந்த உட்கருவின் பிரிவில் பண்படிப்படையான வேறுபாடுகள் இருந்திருக்க வேண்டும் என்பதை முன்பே பார்த்தோம். இதிலிருந்து மரபு வழிக்காரணிகள், வெவ்வேறு பிளவுபட்ட உட்கருக்களுக்குப் பகிர்ந்து கொடுக்கப்பட்டிருக்கவேண்டும். இந்தப் பொருள்கள் வீஸ்மேனின் நிர்ணயிக்கும் பொருள்கள் (Weismann's determinant's) என்று கருதப்படுகின்றன. முடிவில், ஒவ்வொரு செல்லும், இந்தக் காரணிகளில் ஒரு சிலவற்றைப் பெற்றிருக்கும். இந்தப் புனைக் கருத்தை இல்லையென்று கூறும் பலவகையான சோதனைகளின் முடிவுகளைப் பற்றியும் விவாதித்திருக்கிறோம். ஆகவே பிளவிப்பெருகும் காலம் முழுவதிலும், பெருகிய செல்களுக்கிடையில் பண்படிப்படையான வேறுபாடுகள் இல்லை. வளர்ச்சியின் இளநிலைக் காலத்தின் பொழுதாவது, பிளவிப்பெருகிய உட்கருக்கள் ஒரே தன்மையுடையதாக இருக்கின்றன. அதாவது கருமுட்டை (zygote) உட்கரு எந்த நிலையில் இருந்ததோ அதே நிலையில்தான் அதனின்று பிளவிப் பெருகல்மூலம் தோன்றிய உட்கருவும் இருக்கிறது. ஒவ்வொன்றும், எல்லா ஜீன்களையும் பெற்றிருக்கிறது. இந்த ஊகித்தலுக்குத் தகுந்த சான்றுகள் காணப்படுகின்றன. நடக்கவிருக்கும் படிப்படியான வளர்ச்சி முன்னேற்றத்தில் மரபு வழியில் சமமான உட்கருக்களே உருவாகின்றன. ஆகவே இந்த உயிரியின் (organism) எல்லா உட்கருக்களும் ஒரு சில விதிவிலக்குகளைத் தவிர முழு எண்ணிக்கையுள்ள பூரணமான ஜீன்களைப் பெறுகின்றன. இந்தப் பூரணமான ஜீன்களின் எண்ணிக்கை ஒவ்வொரு இனத்திலும் வேறுபடும். ஆனால் ஒவ்வொரு இனமும் தனக்கேயுரித்தான ஜீன் எண்ணிக்கையைப் பெற்றுள்ளது.

இந்தக் காரணத்தின் அடிப்படையில் வீஸ்மேனின் புனைக்கருத்து ஏற்றுக் கொள்ளப்படவில்லை. வளர்ச்சி முழுவதும், உட்கருவில் காணப்படுகின்ற காரணிகளால், ஆளப்படுகிறது என்ற கருத்துச் சரியான ஒன்றாக இருக்கமுடியாது. இதற்கு மாறாக உட்கருக்களும், சைட்டோபிளாசமும், செய்வழி முறைகளில் ஒருமித்துச் செயல்படுகின்றன. இதற்கு முன்னுள்ள அத்தியாயத்தில் சைட்டோபிளாசத்தில் வளர் செயல் வழி முறைகள் ஒன்றுக்கொன்று இணைந்து, எவ்வாறு செயல்படுகின்றன என்பதைப் பற்றி விரிவாக விவாதித்திருக்கிறோம். வளர்ச்சி வழி முறைகளில் உட்கருக் காரணிகள் அவைகளுடைய சக்தியை ஒரு சில வழிகளிலோ அல்லது ஏனைய வழிகளிலோ செலுத்தி

வளர்ச்சியைத் தன் வழிக்குக் கொண்டுவருகிறது என்பது வெளிப் படையாகத் தெரியவருகிறது.

ஒவ்வொரு செல்லின் வாழ்விற்கும் உட்கரு தவிர்க்க முடியாத ஒன்று என்ற பொதுக்கருத்து பல ஆண்டுகளாகவே நிலவி வருகிறது. உட்கருவை இழந்த செல் துணுக்குகள் (fragments) அல்லது புரோடிஸ்டுகள் (protists) சிறிதுகாலம் உயிர்வாழும். ஆனால் அவைகள் எந்தவகையான வளர்ச்சியையும் காட்டுவதில்லை. முடிவில் அவைகள் இறக்கின்றன. செல்லின் எந்த ஒரு பகுதியில் வளர்ச்சியோ (growth) அல்லது மாறுபாடடைதலோ (differntiation) நடைபெறுகிறதோ அந்தப் பகுதிகளில் உட்கரு கண்டிப் பாகக் காணப்படவேண்டும். இந்தக் காட்சிக் கூற்றுகள் உட்கரு மிக உன்னதமான அல்லது ஒரு முக்கியமான செயலை இந்தச் செயல்வழி முறைகளில் செய்கிறது என்பதை நமக்கு எடுத்துக் காட்டுகின்றன. உட்கருக்களால் உருவாக்கப்பட்ட துகள்களோ அல்லது பொருள்களோ ஊடுருவிச் செல்லும் முறையிலாவது அல்லது உட்கருச் சவ்வு மறைவின் காரணமாகவோ சைட்டோ பிளாசத்தை அடைகிறது அல்லது கலக்கிறது என்பதற்கு ஒரு நல்ல சான்றாக அமைகிறது. இது போன்ற நிலை அசிடியன் முட்டையிலும் காணப்படுகிறது. இந்தச் செயல் உட்கரு பிளவு படும்போது நடைபெறுகிறது. புதிதாக இடப்பட்ட அசிடியன் முட்டைகளில் மூன்றுவகையான பொருள்களை அவைகள் பெற்றி ருக்கும் நிறமித் துகள்களைக்கொண்டு கண்டு கொள்ளலாம். இவைகள் முறையே புறப்பிளாசம், அகப்பிளாசம், நடுப்பிளாசம் என்று மூன்று வகைப்படுகிறது. பல முட்டைகளில் மூல இனச் செல் பையில் (germinal-vesicle) உள்ள உட்கருப்பிளாசம் அதிக மான சல்ஃப்கைடிரில் (sulphydryl) கூட்டுப்பொருள்களைக் கொண்டி ருப்பதாகக் காட்டப்பட்டிருக்கிறது. இந்தக் கூட்டுப்பொருள்கள் உட்கருப்படலம் மறைவதால் சைட்டோபிளாசத்தினுள் கொட்டப்படுகின்றன. இது போன்ற நிகழ்ச்சிகள் பல செல் களின் உட்கருக்களிலும் நடைபெறுவதாகக் காட்டப்பட்டிருக் கிறது. உதாரணம்: மூல அண்டச்செல் அல்லது ஊசைட் (oocyte) நியுரானீகள் (Neurone) அல்லது நரம்புச்செல்கள். பல செல் களில் உட்கருக்கள் ரைபோ நியூக்ளிக் அமிலம் (R.N.A) என்ற அமிலத்தைத் தோற்றுவிக்கின்றன. இந்த அமிலம் உட்கருவின் சவ்வு வழியாக ஊடுருவிச் சைட்டோபிளாசத்திற்குச் செல்கிறது. காஸ்பெர்சான் (caspersson), ஹைடன் (Hyden) சைட்டோபிளாசத் தில் இந்த ரைபோநியூக்ளிக் அமிலம் மைக்ரோசோம்களும் (microsomes) மைட்டோகான்டிரியான்களும் உற்பத்தி செய்வதற்குப் பயன் படுத்தப்படுகிறது. இந்த மைக்ரோசோம்கள் பெரும்பாலும் புரோட்டீன் உற்பத்தியில் பங்கு கொள்கின்றன. மைட்டோ

காண்டிரியான்கள் செல் சுவாசித்தலிலும், சக்தி வளர்சிதை மாற்றத்திலும் பங்குகொள்கின்றன. மைட்டோ காண்டிரியான்கள் உயிர்காற்று ஏற்றம், ஹைடிரஜன் நீக்கச் (oxidation) செயலுக்கும் ஃபாஸ்பாரிலேஷனுக்கும் (phosphorylation) இருப்பிடமாக இருக்கின்றன. இவ்வகையில் வெளிப்படுத்தப்பட்ட சக்தியைச் சக்தி நிறைந்த பாஸ்பேட்டு இணைப்பில், குறிப்பாக அடினோசைன்டிரை-ஃபாஸ்பேட்டுகளாகத் தோன்றுகின்றன. உட்கருவால் தோற்றுவிக்கப்பட்ட பொருள்கள் ஆக்சிடேஷன் (oxidation), ஃபாஸ்பாரிலேஷன் (phosphorylation) ஆகிய இரண்டையும் தொகுத்திணைத்தலை உறுதிப்படுத்தக் கூடுமென்று கருதப்படுகிறது (ஃபிரஷேட் Brachet, 1952) இந்த வழியில் உட்கரு வளர்சிதை மாற்றத்தின் இயல்பான செய்முறைகளையும் செல்லின் அமைப்பையும் அடக்கி ஆட்சி செலுத்தலாம்.

உட்கரு செல்பிரிவில் மிக முக்கியமான பங்கு வகிக்கிறது என்பது மிக நன்றாகத் தெரிந்த ஒன்றேயாகும். ஒரு உட்கரு கொண்ட செல்லில் ஒவ்வொரு செல்பிரிவுக்கும் முன்னால் உட்கருவின் பிரிவு நடைபெறுவதாகக் கருதப்படுகிறது.

உட்கருவில்லாத செல்துணுக்குகள் ஒருபொழுதும் பிரிவதில்லை. பொதுவாகப் பேசினால் உட்கருவின் பிரிவிற்கும் செல்லின் பிரிவிற்கும் இடையே நிலையான காரணகாரியத் தொடர்பு இருப்பதை மேலுள்ள விளக்கம் உறுதிப்படுத்துகிறது. ஆனபோதிலும், இந்தக் கருத்தைக்கொண்டு முட்டையின் அமைப்பை விவரிக்கும் பொழுது ஒரு சில கட்டுப்பாடுகளுடன்தான் அதைக் கையாளவேண்டும். சில முட்டைகள் உட்கருக்களைப் பெற்றிருக்காமலிருந்தபோதிலும், அவைகளால் பிளவுபட முடிகிறது இ.பி. ஹார்வி (E B. Harvey, 1938). எடுத்துக்காட்டாக கடல்அர்ச்சினின் உட்கருவில்லாத (non nucleated) முட்டைத் துணுக்குகள் கன்னி இனப்பெருக்கத்தைத் தூண்டும் பொருள்களுடன் செய்முறைப்படுத்தப்பட்டது. இந்த முட்டைத் துணுக்குகளில் பிளவிப் பெருகல் தோன்றிற்று. அதோடு நில்லாமல் வளர்ச்சியைத் தோற்றுவிக்கும் செயல்முறைகளும் தோற்றுவிக்கப்பட்டன. இது கன்னி இனப்பெருக்க மீரோகோனி (partheno genetic merogony) என்று கூறப்படுகிறது. இந்தக் கன்னி இனப்பெருக்க மீரோகோனி கிட்டத்தட்ட இயல்பான நடுக்கோளத்தையொத்த (Blastula) கருக்கோளத்தை உருவாக்கும் அளவுக்கு முன்னேறிற்று. இக் கருக்கோளச் செல்கள் முழுவதிலும் உட்கரு காணப்படவில்லை. கருக்கோள அளவுக்கு வளர்ச்சியுற்றபின் எஞ்சிய வளர்ச்சி நின்றுவிட்டது. இதுபோன்ற ஆய்ந்தறியாத செயல்கள் நீர்நில வாழ்விகளின் முட்டையிலும் காணப்பட்டன.

இது மேலே குறிப்பிட்ட இயல்பான விதிக்கு விலகி நிற்கிறது. அதாவது உட்கருக்களைக் கொள்ளாத செல்கள் பிரியமுடியாது என்பது பொதுவிதி. மேலே குறிப்பிட்ட விதிவிலக்கைப் பின் கண்டவாறு நம்பக்கூடிய முறையில் விளக்கமுடியும். பெண்மூலச் செல் வளர்ந்து கொண்டிருக்கும் முழு நேரத்தினிடையேயும் (oocyte) மூல இனச் செல் பையின் (germinal vesicle) சவ்வு மறையும்பொழுதும், உட்கருவினால் தோற்றுவிக்கப்பட்ட மிக அதிகமான வினைபொருள்கள் மேலே குறிப்பிட்டது போன்ற முட்டையின் சைட்டோபிளாசத்தில் நிறைக்கப்பட்டிருக்கின்றன. இதுபோன்ற முட்டைகளில் உட்கரு இல்லாதிருந்தாலும்கூட பிளவு நடைபெற முடியும். இந்தப் பிளவுறுதல் இங்கே காணப் படுகின்ற சேமிப்புப் பொருள்கள் முழுவதும் உபயோகப்படுத்தப் படும் வரையில் நடைபெறும். ஆனபோதிலும் உட்கருவில்லாத செல்லின் வளர்ச்சி இதோடு நின்றுவிடுகிறது. இதற்குமேல் இது போன்ற முட்டையின் வளர்ச்சி மேற்சென்று மாறுபாடடைதல் (differentiation) நிலைக்கு ஒரு செல் கூடச் சென்றதில்லை என்பது குறிப்பிடத்தக்கது.

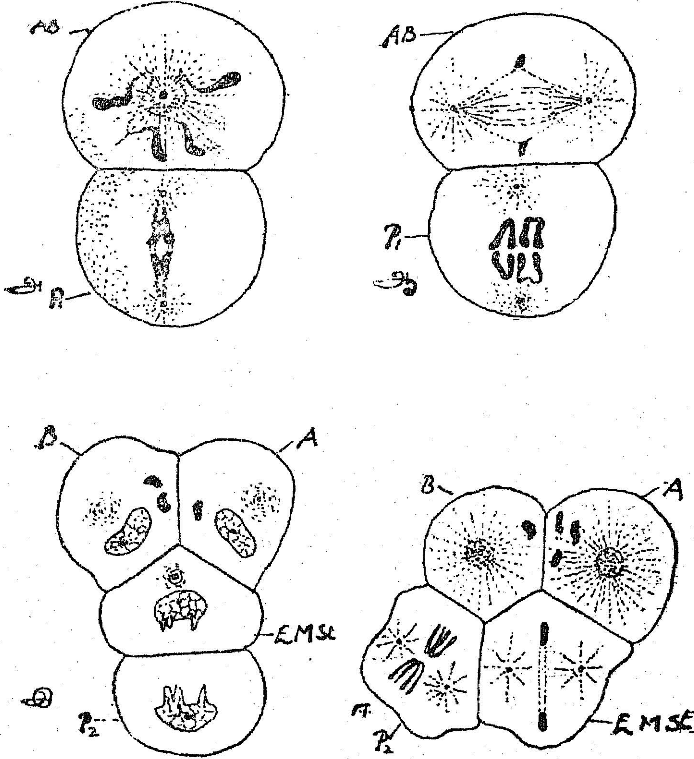
பின்னால் தொடர்ந்து காணப்படுகின்ற காட்சியறிவு பிளவிப் பெருகுதலின் பொழுது சைட்டோபிளாசத்திற்கு ஓரளவு தானி யங்கும் செயல் இருப்பதாகக் கருதும் எண்ணத்தை எழுப்புகிறது. சில மெல்லுடலிகளின் முட்டைகளின் துருவ ஓரப்பிளவுக் கூறு (polar lobe) முதல் பிளவிப்பெருகுதலிலேயே நீக்கப்பட்டு விட்டால் பிரித்தெடுக்கப்பட்ட துருவ ஓரப்பிளவுக் கூற்றில் முறைமையான சுருக்கங்களும் தோற்ற அளவில் மாறுதலும் காணப்படுகிறது. இந்த அசைவுகள் எஞ்சியுள்ள முட்டைகளில் தொடர்ந்து நடை பெறுகின்ற பிளவிப்பெருகுதலோடு ஒருமித்ததாகவே காணப் படுகின்றன.

ஒரு செல்லினுடைய அளவும் அல்லது பரிமாணமும் அதனுடைய உட்கருவின் அளவும் ஒன்றுக்கொன்று தொடர் புடையது என்பதையும் இங்கே சுட்டிக் காட்டவேண்டும். இந்தத் தொடர்புடைமையை அறியும் பொருட்டு போவரி (Boveri, 1905) என்ற கருவியல் ஆய்வாளர் கடல் அர்ச்சின் முட்டைகளில் ஆராய்ச்சிகள் நடத்தினார். அவர் கன்னி இனப் பெருக்க முட்டை களையும் மீரோகோனி முட்டைகளையும் ஒப்புவமைக்கு எடுத்துக் கொண்டார். அவர் இந்த இரண்டையும் இயல்பான, முட்டை யுடன் ஒப்பிட்டார். கன்னி இனப்பெருக்க முட்டைகளும் மீரோ கோனி முட்டைகளும் பாதியளவு எண்ணுடைய குரோமோசோம் களையே கொண்டிருந்தன. இயல்பான முட்டைகள் அதற்குரித் தான இரட்டை எண்ணுடைய குரோமோசோம்களைக் கொண்

டிருந்தன. இதை இயல்பான குரோமோசோம் எண்ணிற்கு இரு மடங்காக இருக்கும் முட்டையுடன் ஒப்பிட்டார். முட்டை கருவுற்றுச் சிறிது நேரத்தில் அதை விரைவாக அசைப்பதால் இயல்பான குரோமோசோம் எண்ணிக்கைக்கு இருமடங்காக இருக்கும் நிலையைத் தோற்றுவிக்க முடியும். இந்தச் செயல் முதல் உட்கருப் பிரிவில் சில வாழ்க்கைக்கு மாறான நிகழ்ச்சிகளைத் தோற்றுவித்தது. செல்லினுடைய பரிமாணத்திற்கும், உட்கருவின் பரிமாணத்திற்கும் உள்ள தொடர்பு அவைகள் கொண்டிடிக்கும் குரோமோசோம்களின் எண்ணிக்கையைச் சார்ந்தே இருக்கிறது என்பதைப் போவரி (Boveri) கண்டார். குரோமோசோம்களின் எண்ணிக்கை இரு மடங்காகும்பொழுது உட்கருவின் புறப்பரப்பும் செல்லினுடைய பரிமாணமும் இரட்டிக்கப்படுகின்றன. இருந்தபோதிலும், வளர்கருவில் காணப்படும் மொத்தச் செல்களின் எண்ணிக்கையும் குரோமோசோம்களின் எண்ணிக்கையும் எதிர் விகிதத்தில் இருக்கிறது. அதிக குரோமோசோம் எண்ணிக்கையுடைய வளர்கருவில் [அதாவது பெரிய உட்கரு] செல் பிரிவு மெதுவாக நடைபெறுகிறது. ஆகவே செல்களின் எண்ணிக்கை குறைகிறது. ஆகையால், வளர்கருவின் முடிவான பரிமாணம் ஏறத்தாழ சமமாகவே இருக்கிறது. குரோமோசோம் எண்ணிக்கை வளர்கருவின் முடிவான பரிமாணத்தை மாற்றவில்லை என்பது இதனின்று வெளியாகிறது.

போவரியின் (Rules of Boveri) பெயரால் அறியப்படுகின்ற விதிகளின் செல்லுபடியாகும்நிலை, மீண்டும் மீண்டும் வேறு பல விலங்கினங்களிலும் உறுதிப்படுத்தப்பட்டிருக்கின்றன. போவரி உட்கருவின் புறப்பரப்பையே எடுத்துக்கொண்டார். ஆனால், அவர் உட்கருவின் புறப்பரப்பிற்கும், குரோமோசோம்களின் எண்ணிக்கைக்கும் உள்ள தொடர்பு உண்மை என்று கொள்வது அவ்வளவு பொருத்தமானதல்ல என்று கூறினார். இதற்குப் பதிலாக உட்கருவின் கனபரிமாணமும், குரோமோசோம்களின் எண்ணிக்கையும் நேர்விகிதத்தில் இருக்கிறது என்று கருத்து பல்வேறு விலங்குகளில் உறுதிபடுத்தப்பட்டிருக்கிறது. வளர்கருவின் உடம்பின் பரிமாணம், ஒழுங்குபடுத்தும் செயல் என்ற இந்த நிலையோடு நின்றுவிடாமல் இதற்கு மேலும் செல்கிறது என்பதற்குத் தக்க சான்றுகள் கிடைத்திருக்கின்றன. நீர், நில வாழ்விகளின் வேற்றிளவுயிரில் அல்லது லார்வாவில் குரோமோசோம்களின் எண்ணிக்கை ஹாப்லாய்டு அல்லது ஒற்றை மயத்திலிருந்து, (haploid) பஞ்சமயம் அல்லது பென்டப்ளாய்டு வரை காணப்படுகிறது. இதற்கேற்றாற்போல் இந்த லார்வாவிலுள்ள செல்களும் வெவ்வேறு பரிமாணங்களைக் கொண்டதாகக் காணப்படு

கின்றன. இதிலிருந்து லார்வாவின் மொத்த உடம்பின் பரிமாணம் மட்டுமல்லாமல் ஒவ்வொரு உறுப்புச் சுவரின் தடிப்பிலும் கூடச்



படம் 25.

ஆஸ்காரிஸ் மெகலோ செஃப்லாவில் குரோமோசோம் குறுக்கம்

அ, ஆ. இரண்டாவது பிளவிப்பெருகல்,

AB-யில் குரோமோசோம் குறுக்கம்

இயல்பான குரோமோசோம் பிளவு P1ல்

இ. நான்கு செல் படிநிலை

ஈ. பிளவிப் பெருகிய செல்கள் புதியமுறையில் வரிசைப்படுத்தப்பட்டிருக்கின்றன.

குறுக்கம்பெற்ற உட்கரு A,B-ல் E.M.St.-குறுக்கம் நிகழ்ந்து கொண்டிருக்கிறது. இயல்பான பிளவு P2 இல்

சமநிலை காணப்படுகிறது. இதிலிருந்து ஊகிக்கப்படுவது என்னவென்றால், குரோமோசோம்களின் எண்ணிக்கைக்குத் தகுந்தாற் போல் செல்கள் வேறுபடுகின்றன என்றபோதிலும், அவை

களுடைய பரிமாணமும் வேறுபடுகிறது (Fanhauser, 1945). எது எவ்வாறு இருந்தபோதிலும் உடம்பை ஒழுங்குபடுத்திக் கொள்ளும் செயலிலும் பல விலக்குகள் காணப்படுகின்றன. தாவரங்களிலும், முதுகெலும்பில்லாத விலங்குகளிலும் பாலிபிலாய்டுகள் (polyploids) அல்லது பல்மயம் கொண்டவைகள் சாதாரண இரட்டைமயம் கொண்ட விலங்குகளைக் காட்டிலும் பெரியதாகவே இருக்கின்றன. இந்தப் பல்மய நிலை இவைகளின் வாழ்க்கை முழுவதும் இல்லாவிட்டாலும்கூட, பெரும்பாலும் முதல் ஒரு சில தலைமுறைகளிலாவது காணப்படுகிறது.

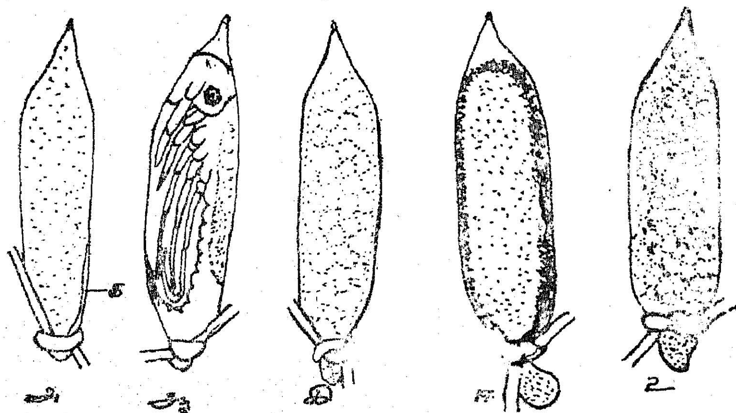
பிளவிப்பெருகல் நடைபெறுதல், நடைபெறும் காலம் முழுவதும் முட்டையின் சைட்டோபிளாசம் மிக அதிகமான செல்களுக்குப் பகிர்ந்து கொடுக்கப்படுகிறது. முதலிலேயே 'வேதி'யியல்வழி வேறுபாடடைதல் நிகழ்ந்து விட்டதால், அதிலிருந்து தோன்றும் செல்களில் காணப்படும் சைட்டோபிளாசத்தில் இயற்பியல், வேதியியல் குணவேறுபாடுகள் காணப்படும். இந்த வேறுபாடடைந்த சைட்டோபிளாசம் வெவ்வேறு செல்களுக்குச் செல்வதால் கருக்கோளச் செல்களிலும் வேறுபாடுகள் காணப்படும். ஆகவே, மரபுவழி அமைப்பில் ஒருமித்துப் பிளவிப்பெருகும் உட்கரு, முட்டையின் அடையாளம் கண்டு கொள்ளமுடியாத சைட்டோபிளாசப் பகுதியில் காணப்படும். இந்த உட்கருக்களைச் சுற்றி அமைந்திருக்கும் சைட்டோபிளாசத்திற்கும், உட்கருவுக்கும் ஏற்படும் பின்னியசெயல் விளைவுகளின் காரணமாக முட்டையின் வெவ்வேறு பாகங்களில் நடைபெற்றுக்கொண்டிருக்கும் செயல் விளைவுகளிலும் மாற்றங்கள் தோன்றுகின்றன. உட்கருக் காரணிகள் சைட்டோபிளாசத்தின் தொகுப்புமுறையை ஆக்கத் திரிபுகள் உடையதாக ஆக்குகின்றன. அதுபோலவே சைட்டோபிளாசம் உட்கருவில் ஆக்கத்திரிபுகளை ஏற்படுத்தி அதனின்றும் அவைகளின் வளர்ச்சியை விரிவானவழிகளில் செல்லுமாறு செய்கிறது. இதற்கொரு எடுத்துக்காட்டை இங்கே காண்போம்.

ஒட்டுண்ணி (parasite) தட்டைப் புழு இனத்தைச் சேர்ந்த ஆஸ்காரில் மெகலோசெஃபாலாவின் (ascaris-megalo cephala) ஒரு வமிசத்தின் (race) உட்கரு மிகமிகக் குறைந்த எண்ணிக்கை குரோமோசோம்களைக் கொண்டிருக்கிறது. இது யூனிவேலன்ஸ் (univalence) வமிசம் என்று அழைக்கப்படுகிறது. இந்த வமிசத்தில் இரண்டு குரோமோசோம்களே காணப்படுகின்றன. இதன் பிளவிப்பெருகல் செயல் வழி முறைகளை மிக எளிதாகப் பின்பற்ற முடியும். இந்த விலங்கு செல்லியல் ஆராய்ச்சிக்கு ஒருவரப்பிரசாதம் என்றே கருதப்படுகிறது. இந்தப் புழுவின் கருவுற்ற

முட்டையில் நீளமான வளைந்த இரண்டு குரோமோசோம்கள் இருக்கின்றன. முதல் பிளவிப் பெருகலின்சமயம் முட்டை இரண்டாகப் பிரிகிறது. இவைகளுக்கு முறையே கருவுருத் துருவக் கருக்கோளம் என்றும் கருவுணவுத் துருவக் கருக்கோளம் என்றும் பெயர். இரண்டாவது பிளவிப்பெருகலில் ஒவ்வொரு முதல் கருக்கோளச் செல்லும் இரண்டாகப் பிரிகிறது. இந்தப் பிரிவு நடந்து கொண்டிருக்கும்பொழுது குரோமேட்டின் குறுக்கம் (chromatin diminution) என்ற விநோதமான செயல்முறை கருவுருதுருவக் கருக்கோளச் செல்களில் நடைபெறுகிறது. குரோமோசோம்களின் முனைப்பகுதிகள் சைட்டோபிளாசத்தினுள் தள்ளப்படுகின்றன. சைட்டோபிளாசத்தில் இந்த முனைப்பகுதிகள் சிதைவுறுகின்றன [படம் 25அ]. குரோமோசோம்களின் நடுப்பகுதி பலதுண்டுகளாக பிரிகிறது. இந்த நிலையில் கருவுணவுத்துருவக் கருக்கோளச் செல்களில் இன்னும் இந்தக் குறுக்கம் தோன்றவில்லை. எவ்வாறிருப்பினும் அடுத்து வரும் பிளவிப்பெருகல்கள் மூலம் தோன்றுகின்ற இதனுடைய சேய்ச் செல்களில் ஒன்றிலாவது குறுக்கம் தோன்றுகிறது [படம் 25 ஈ]. இந்தக் குறுக்கச் செயல்முறை பலமுறை திரும்பத்திரும்ப நடைபெற்று முடிவில் ஒரே ஒரு செல்லைத் தவிர மற்ற எல்லாச் செல்களும் குறுக்கப்பட்ட குரோமோசோம்களையே கொண்டிருக்கும்படிச் செய்கிறது. ஒரே ஒரு செல் மாத்திரம் இன்னும் இரண்டு குரோமோசோம்களைக் கொண்டிருக்கிறது. இந்தச் செல்லில் காணப்படும் இரண்டு குரோமோசோம்களும் எல்லா வழிமுறைகளிலும் ஆரம்பத்தில் காணப்பட்ட குரோமோசோம்களைப் போலவே காணப்படுகின்றன. இந்தச் செல்லிலிருந்துதான் மூல முதலான-மூலச்செல்கள் உருவாகும். இந்த மூல முதலான-மூலச்செல்கள்தாம் (primordial-germ-cells) புதிதாகத் தோன்றும் இளவுயிரியில் இனவுறுப்புகள் (gonads) தோன்றுவதற்குத் தேவைப்படுகின்ற சாதனப் பொருள்களைக் கொடுக்கின்றன.

போவரி (1910) ஆஸ்காரிஸ் நாக்குப்பூச்சிகளின் இயல்பான முட்டைகளையும் இயல்பற்ற முட்டைகளையும் சோதனைகள் மூலமாகவும் ஆராய்ச்சி வழியாகவும் ஆராய்ந்திருக்கிறார். அவர் பின் கண்ட ஆராய்ச்சிக்குட்படுத்தப்படாத கோட்பாட்டை முன்மொழிந்திருக்கிறார். அஃதாவது பிளவிப்பெருகுதலின் சமயம் உட்கரு எவ்வகையான சைட்டோபிளாசத்தினுள் செல்கிறதோ அந்தச் சைட்டோபிளாசமே குரோமோசோம்களில் குறுக்கம் தோன்ற வேண்டுமா வேண்டாமா என்பதை அறுதியிடுகிறது என்ற கருத்தை எடுத்துரைத்தார். கருவுறு துருவத்திலிருந்து கருவுணவுத் துருவத்திற்குச் செல்கின்ற நடுவச்சு ஏற்றஇறக்க

வாட்டத்திற்கு (axial gradent) இசையச் சைட்டோபிளாசத்தில் அளவு சார்ந்த வேறுபாறு காணப்படுகிறது. கருவுணவுத் துருவத்தில் காணப்படும் சைட்டோபிளாசமும் ஏற்ற, இறக்க வாட்டமும் அங்கே காணப்படுகின்ற உட்கருக்களின் குரோமோ சோம்களின் குறுக்கம் நிகழாவண்ணம் தடுக்கின்றன. இதன் பின் பாஸ்டீல்ஸின் (Pasteels, 1948) காட்சியறிவு போவரியின் கொள்கை மிகவும் நிலையான தன்மைத்தானதாகவே இருக்கக்கூடும் என்றே காட்டிற்று. மூலமுதல் செல்களில் இருக்கும் சைட்டோ பிளாசத்தின் தனித்தன்மை இளநிலை வளர்ச்சி தொடர்ந்து நடை



படம் 26.

பிளாட்டினிமிஸ் பென்னிப்பெஸில்
செயற்படுத்தும் மையமும் அதன் விளைபயனும்

அ. முட்டை வால்முனையின் ஒரு சிறுபகுதி இறுக்கத்தினுல் எஞ்சிய பகுதியிலி ருந்து பிரிக்கப்பட்டிருக்கிறது. இதனுல் வளர்கருவில் மூலமுதல் வளராமல் தடுக்கப்படவில்லை (க),

ஆ. பின்காலத்தில் ஓர் இயல்பான வளர்கரு வளரும்,

இ. முட்டையின் மிகப்பெரும்பகுதி இறுக்கத்தினுல், பிரிக்கப்பட்டால் வளர்கரு உருவாவது தடுக்கப்படுகிறது,

ஈ. உ. அரைகுறையாக இறுக்கப்பட்டால் பிளவிப்பெருகிய உட்கருக்கள் (கருப்புப் புள்ளிகள்) செயற்படுத்தும் மையத்தை அடையாமல் தடுக்கப்படு கிறது. மீண்டும், வளர்கரு தோன்றவில்லை.

பெற்றுக் கொண்டிருக்கும்பொழுது வெளிப்படுகிறது. இந்தத் தனித்தன்மை, ஒருவகையான சிறப்புப்பெற்ற துகள்கள் சம நிலையில் வியாபித்திருக்காமலிருப்பதன் காரணமாகவே தோன்று கிறது. இந்தத் துகள்களில் அதிகமான ரைபோ நியூக்லிக் அமிலம் (ribonucleic acid) இருக்கிறது. இந்த மூல முதல்செல்கள் (pri-

mordial-germ-cells) பிளவிப்பெருகிய செல்களிலிருந்தும் அவைகளில் காணப்படும் துகள்களும் துகள்களில் நிறைந்திருக்கும் ரிபோநியூக்ளிக் அமிலத்தின் காரணமாகவும் தோன்றுகின்றன. எது எவ்வாறிருப்பினும் உட்கருவின் இறுதியான வளர்ச்சி முட்டை சைட்டோபிளாசத்தின் இடஞ்சார்ந்த வேறுபாடுகளினால் மாற்றியமைக்கப்படுகிறது என்பதே உண்மையாகும்.

பிளேட்டினிமிஸ் பென்னிப்பெஸ் (platycnemis-pennipes) ஆறுகாலிகளில், தட்டான்பூச்சி வகையைச் சார்ந்தது. சைடெல் (Siedel, 1929-34) இந்தப் பூச்சி இனத்தினுடைய முட்டைகளில் விரிவான ஆராய்ச்சி நடத்தியிருக்கிறார். இவரின் ஆராய்ச்சிகள் உட்கருவிற்கும் சைட்டோபிளாசத்திற்கும் இடையில் நடைபெறும் பின்னிய செயல்விளைவுகளைப் புரிந்து கொள்வதற்கு ஒரு மிகச்சிறந்த எடுத்துக்காட்டாக இருக்கின்றன. இந்தப் பூச்சிகளின் முட்டைகள் நீளமானவை. இந்த முட்டைகளின் பின்பகுதி சிறப்புப் பண்புகளைக் கொண்டது. சைடெல், இந்தமுனையைச் செயற்படுத்தும் மையம் (activating centre) என்று அழைத்தார். இதை ஏன் இவ்வாறு அழைத்தார் என்றால், இந்தமுனை முட்டையின் எஞ்சிய வளர்ச்சிக்கு ஒரு மிக முக்கியத் தேவையாக இருக்கிறது. இளவளர்ச்சிக் காலத்தில் இந்த மையம் சூடான ஊசியினால் கொல்லப்பட்டிருந்தாலும் அல்லது இருகலான முடிச்சால் (ligature) முட்டையிலிருந்து பிரிக்கப்பட்டிருந்தாலும் முட்டையின் முன் பாகங்களில் வளர்கரு தோன்றுவதில்லை (படம் 26 அ, ஆ, இ, ஈ). இந்தச் செயற்படுத்தும் மையம் பிளவிப்பெருகும்உட்கருக்களில் ஏதேனும் ஒன்று இந்த மையத்தை அடையும்வரை தன்னுடைய செயல்களை ஆரம்பிப்பதில்லை. ஆறுகாலிகளில் பிளவிப்பெருகல் ஏனைய விலங்குகளில் காணப்படுவதைப் போலல்லாமல் மாறுபட்டிருக்கிறது. ஏனைய விலங்குகளில் கருவுற்ற முட்டையில் காணப்படும் உட்கரு பிளவிப் பெருகுகிறது. அறுகாலிகள் அல்லாத விலங்குகளில், கருவுற்ற முட்டையின் உட்கரு, நடுமையத்தில் அமைந்திருக்கிறது. இந்த உட்கரு பலமுறை பிளவிப்பெருகுகிறது. அதேசமயத்தில் செல்கள் பிரிவதில்லை. ஆகையால் பிளவுற்ற உட்கருக்கள் முட்டை முழுவதும் தங்கு தடையின்றிப் பரவமுடியும். இவ்வாறு தோன்றுகின்ற உட்கருக்களின் எண்ணிக்கை மிகமிக அதிகமாகும் பொழுதுதான் இந்த உட்கருக்கள் முட்டையின் மேலெழுந்தவாரியாகக் காணப்படும் சைட்டோபிளாசப் படலத்திற்கு இடம் பெயர்ந்து செல்கின்றன. அதன் பின் ஒவ்வொரு உட்கருவும் அதைச் சூழ்ந்திருக்கும் சைட்டோபிளாசமும், முட்டையின் மற்றப் பாகங்களிலிருந்து பிரிக்கப்பட்டு தனித்தனிச் செல்களாக உருவாகிறது. இம் முறைப் பிளவிப்

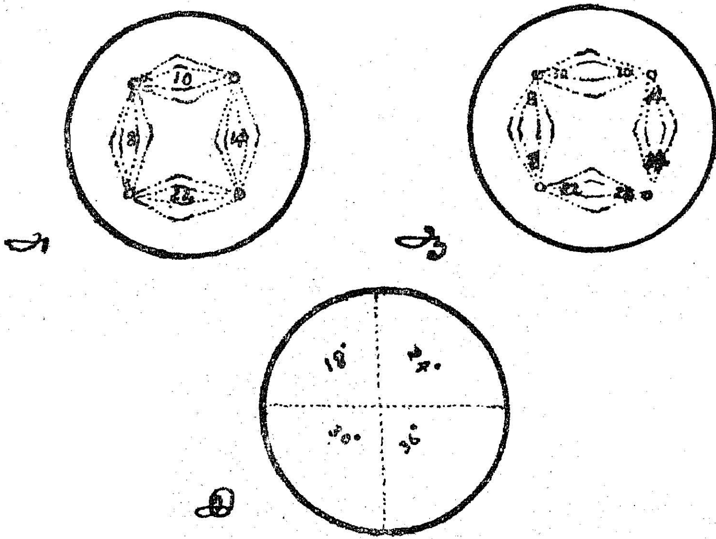
பெருகலுக்கு மேலெழுந்த பிளவிப் பெருகல் (superficial cleavage) என்று பெயர். இப்பொழுது சைடெல் (Siedel) முட்டையின் செயற்படுத்தும் மையத்திற்குச் சற்று முன்னால் ஒரு இறுக்கமான இறுக்கம் தோன்றச் செய்தார். இதனால், பிளவிப்பெருகிய உட் கருக்கள் செயற்படுத்தும் மையத்தை அடைய முடியவில்லை. செல்கள் இறுக்கத்தின் இடைவெளி வழியே ஊடுருவிச் செல்ல முடியாததே இதற்குக்காரணம். இவ்வகையில் மிகையான வளர்ச்சி இல்லை (படம் 26 ஈ). ஆனால், எப்படியாவது ஒரு உட் கரு செயற்படுத்தும் மையத்தை அடைய நேர்ந்தால் அங்கே ஒரு பொருள் உருவாக்கப்படுகிறது. இந்தப் பொருள் முட்டையின் முன் பகுதிக்கு ஊடுருவிச் சென்று அங்கே வளர்ச்சிச் செயல் தோன்றும்படிச் செய்கிறது. இந்தப்பொருளின் ஊடுருவிச் செல் லும் செயல் முட்டை முழுமையாகப் பிளவுபடாத நிலையில் இருக் கின்ற நிலையைத் தடைசெய்வதில்லை. ஆகவே வளர்ச்சியைத் தோற்றுவிக்கின்ற இந்தத் தவிர்க்க முடியாத பொருள், செயற் படுத்தும் மைய சைட்டோபிளாசத்திற்கும் பிளவிப்பெருகும் உட் கருவுக்கும் இடையில் நடைபெறுகின்ற பின்னிய செயல்விளைவு மிக முக்கியமானது என்பது வெளிப்படையாகத் தோன்றுகிறது. பிளவிப்பெருகிய எல்லா உட்கருக்களும் இந்தநிலையில் சமமாகவே இருக்கின்றன. இந்தச் சமமாக இருக்கும் நிலையைச் சைடெல் பின்வரும் முறையில் மெய்ப்பித்துக் காட்டினார். இயல்பாக நடை பெற்றுக்கொண்டிருக்கும் வினையின் பொழுது செயற்படுத்தும் மையத்தினுள் செல்கின்ற உட்கருவைச் சைடெல், ஒரு குறுகிய அல்ட்ரா ஊதாக் கற்றையின் (ultra violet rays) உதவியால் கதி ரேற்றம் பெறும்படிச் செய்தார். இந்த உட்கரு பிளவிப்பெருகல் வழியில் தோன்றி முட்டையின் கடைசிப் பாகத்தில் காணப் படுகிறது. இந்த இடம்பெயர்ந்து செயற்படுத்தும் மையத்தினுள் சென்ற உட்கருவின் இடத்தைப் பிளவிப்பெருகுகின்ற உட்கருக் களில் ஒன்று எடுத்துக்கொள்கிறது. இதன்பின் சாதாரண வழியில் வளர்ச்சி நடைபெறுகிறது.

இந்தச் சோதனைகள் உட்கருவின் காரணிகள் எந்தெந்த முறையில் வளர்ச்சியை மாற்றி அமைக்கின்றன என்பதை ஊகித் தறிவதற்கு எடுத்துக்காட்டாக அமைகின்றன. பிளவிப்பெருகல் நடந்து கொண்டிருக்கும் காலம் முழுவதும் உட்கருக்கள் வெவ் வேறு வகையான இயற்பியல், வேதியியல் பண்புகளைக் கொண்ட பகுதிகளில் சென்று அமைந்துவிடுகின்றன. இவ்வாறு அமைந்த உட்கருக்கள் தன்னைச் சுற்றியிருக்கும் சூழ்நிலையுடன் செயல் விளைவு களைத் தோற்றுவித்தவுடன் முட்டை சைட்டோபிளாசத்தின் வேறு சில பகுதிகளிலும் வேதியியல் செயல் விளைவுகள் தோன்று

கின்றன. இந்தச் செயல்விளைவு பெரும்பாலும் உட்கருக் காரணிகளுக்கும் முன் குறிப்பிட்ட சைட்டோபிளாசப் பகுதிகளுக்கும் இடையில் நடைபெறுகிறது. உட்கருக் காரணிகள் இதுவரை செயல்படா நிலையில் இருந்தன. இந்தக் காரணிகளுக்குத் தகுதியான படிகப் பொருள்கள் (substrate) காணப்பட்டவுடன் தன்னுள் கிடக்கும் செயலை வெளிக்காட்டும் பொருட்டு அப் பொருள்களில் செயல்வினைகளைத் தோற்றுவிக்கிறது அல்லது அந்தப் பொருள்களுடன் செயல் விளைவுபடுகிறது. ஆகவே தகுதியான பொருள்கள் அதைச் சூழ்ந்திருக்கும் சைட்டோபிளாசத்தினுல் செயல்படுத்தப்படுகின்றன என்று கூறலாம். முட்டையின் வேறு சில பகுதிகள் வேறு வகையான ஆக்கக் கூறுகளைக் கொண்டிருக்கலாம் என்று கருதப்படுகிறது. ஆகவே இந்த வேறுபட்ட ஆக்கக் கூறுகளைக் கொண்ட பகுதிகளில் மேலே குறிப்பிட்ட செயல் விளைவுகள் தோன்றுவதில்லை. ஆனுல், மேலே கூறப்பட்டவைகளைத் தவிர முற்றிலும் வேறுபட்ட உட்கருக் காரணிகளால் இப் பகுதிகள் செயற்படுத்தப்பட்டிருக்கலாம் என்றும் கொள்ளலாம்.

ஆனுல், உட்கருக் காரணிகள் எந்தப் பண்புகளையும், அமைப்பையும் கொண்டிருக்கின்றன என்பதைப்பற்றி இன்னமும் கூறப்படவில்லை. இந் நிலையில் குரோமோசோம்களில் காணப்படுகின்ற ஜீன்கள் அல்லது மரபணுக்களைப்பற்றி நினைப்பது இயல்பானதாகவே இருக்கிறது. போவரியின் சோதனைகள் குரோமோசோம்கள் வளர்ச்சியில் மிகமிக முக்கியமான பங்கு வகிக்கின்றன என்பதைக் காட்டுகின்றன. கடல் அர்ச்சினின் முட்டைகளை அதிக எண்ணிக்கை கொண்ட விந்தணுக்களினுல் கருவுறச் செய்யும் பொழுது பல முட்டைகளில் இரண்டு விந்தணுக்கள் ஒரே காலத்தில் ஊடுருவிச் செல்கின்றன. பொதுவிதியாக, இரண்டு விந்தணு உட்கருக்களும் முட்டையின் உட்கருவுடன் ஒன்ருக இணைகின்றன (fuse). இவ் வழியில் தோன்றுகின்ற கருவுற்ற முட்டைகளில் குரோமோசோம்களின் எண்ணிக்கை மும்மயம் (triploid) ஆகிறது. ஆகவே இரண்டு குழுக் குரோமோசோம்களுக்குப் பதிலாக மூன்று குழுக் குரோமோசோம்கள் காணப்படுகின்றன. இரண்டு இயல்பான குழுக் குரோமோசோம்களைக் கொண்ட முட்டைகள் 'இருமயம்' கொண்ட முட்டைகள் என்று அழைக்கப்படுகின்றன. இயல்பான முறைமைக்கு மாறுபட்ட இந்தமுட்டைகளில் முதல் பிளவிப்பெருகலின் சமயம்,உடனடியாக ஒரே காலத்தில் மூன்று அல்லது நான்கு சேய்ச் செல்கள் தோற்றுவிக்கப்படுகின்றன. போவரியன் கருத்திற்கிணங்க முட்டையினுள் ஊடுருவிச் செல்கின்ற விந்தணுக்கள் ஒவ்வொன்றும் ஒரு சென்ட்

ரோசோமை (centrosome) முட்டையினுள் செலுத்தியிருப்பதா லேயே ஒரே காலத்தில் இரண்டு அல்லது மூன்று பிளவிப்பெருகும் செல்கள் தோற்றுவிக்கப்படுகின்றன. ஒன்று அல்லது இரண்டு அல்லது இரண்டு சென்ட்ரோசோம்களுமே பிளவுபடுகின்றன. இவ்வாறு பிளவுபடுவதால் மொத்தமாக மூன்று நான்கு சென்ட் ரோசோம்கள் தோன்றுகின்றன. இவ்வாறு தோன்றிய சென்ட ரோசோம்கள் மூன்று அல்லது நான்கு துருவ மைட்டோ சிஸ் துருவங்களில் காணப்படுகின்றன (polar mitosis). கடல் அர்ச் சினின் குரோமோசோம்களின் ஒற்றை மய எண் 18 ஆக இருக்

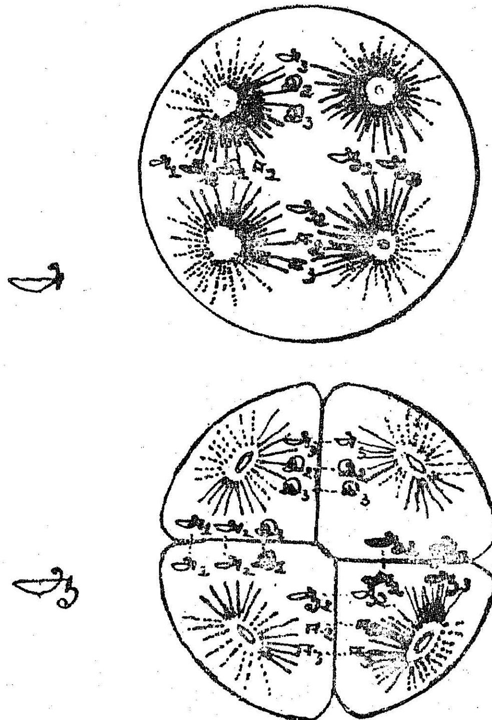


படம் 27.

கடல்அர்ச்சின் முட்டை இரட்டைக் கருத்திரித்தலுக்குப்பின் நான்கு ஆஸ்டர்களைக்கொண்டு பிரியும் முறைக்கு ஒரு எடுத்துக்காட்டாக இருக்கிறது. வெவ்வேறு கதிரில் காணப்படும் எண்கள் அந்தந்தக் கதிரில் இருக்கும் குரோமோ சோம்களின் எண்ணிக்கையைக் காட்டுகிறது. மேலும் ஒவ்வொரு சேய்ச் செல்லிலிருக்கும் குரோமோசோம்களின் எண்ணிக்கையையும் காட்டுகிறது.

கிறது. மும்மையக் கருவுற்ற முட்டை (zygote) 54 குரோமோ சோம்களைக் கொண்டிருக்கிறது. ஒவ்வொரு குரோமோசோமும் இரண்டாகிறது. இவ்வாறு இரட்டிக்கப்பட்ட ஒவ்வொரு குரோ மோசோம்களில் ஒன்று அதன் அருகில் காணப்படும் துருவக் கதிருக்குச் (spindle) செல்கிறது (படம் 27). குரோமோ சோம்கள் மூன்று அல்லது நான்கு கதிர்களுக்குப் பிரிந்து செல்லும்முறை தொடர்பற்றதாக உள்ளமையால் (random)

எத்தனை குரோமோசோம்கள் ஒரு கதிருக்கு வருகின்றன என்பது சந்தர்ப்பச் சூழ்நிலைக்கேற்றவாறே நடைபெறுகிறது. இவ்வாறு சந்தர்ப்பச் சூழ்நிலைக்கேற்றவாறு கதிர்களையடைந்த குரோமோ சோம்கள் ஒன்றாக இணைந்து ஒரு சேய் உட்கருவைத் தோற்று



படம் 28

நான்கு கதிர்களில் குரோமோசோம்கள் எவ்வாறு பகிர்ந்தளிக்கப்பட்டிருக்கின்றன என்பதைக் காட்டுகிறது. கடல் அர்ச்சின் முட்டை இரட்டைக் கருத்தரித்த லுக்குப் பிளவுறுகிறது. இரட்டைக் கருத்தரித்தலுக்குப்பின் 4-ன்கை ஒற்றை மயக் குரோமோசோம் எண்ணிக்கை என்று எடுத்துக்கொள்ளவேண்டும்.

அ, மும்மய முட்டையின் 12 குரோமோசோம்கள், நான்கு கதிர்களுக்கு அங் கொன்றும் இங்கொன்றுமாக எடுக்கப்பட்டுப் பகிர்ந்து கொடுக்கப்பட்டிருப் பதைக் காட்டுகிறது.

ஆ. இதன்விளைவாக, ஒரே ஒரு செல்மட்டும் (அடிப்பக்கம் வலது) முழு சதைக் குரோமோசோம்களைப் பெற்றிருக்கிறது. (அ,ஆ,இ,ஈ. என்ற எழுத்துகள் குரோமோசோம்களைக் குறிக்கின்றன).

விக்கிறது. சராசரி குரோமோசோம் எண் 108 ஆக இருக்கிறது நான்கு துருவ மைடோசிஸ்களில் $4 \times 27 = 108$ ஆகவும், மூன்று

துருவ மைட்டோசிஸ்களில் $3 \times 36 = 108$ ஆகவும் இருக்கின்றன. ஆனால், ஒவ்வொரு தனிப்பட்டசெல்லிலும் குரோமோசோம்களின் எண்ணிக்கை மாறுபடலாம்.

போவரி மேலே குறிப்பிட்ட முட்டைகளின் எஞ்சிய வளர்ச்சியை இரண்டு செயல் முறைகளில் மிக உன்னிப்பாகக் கற்றறிந்தார். சில சமயங்களில் அவர் முழுமையான முட்டைகளை முழு வளர்ச்சி அடையும்படி விட்டுவிட்டார். சில சமயங் களில், ஒரே காலத்தில் தோன்றிய மூன்று அல்லது நான்கு சேய்ச் செல்களைப் பிரித்தெடுத்தார். அதாவது, வளர்ச்சி யுறும் முட்டைகளைக் கால்சியம் அல்லது சுண்ணமில்லாத கடல் நீரில் வைக்கும்பொழுது முட்டையின்மேல் காணப்படும் பிளவு பட்ட செல்களை இணைக்கும் ஹயலின் படலம் (hyaline) கரைவ தால் செல்கள் தனித்தனியாகப் பிரிக்கப்படுகின்றன. இம் முறை யில் பிரித்தெடுக்கப்பட்ட செல்கள் நன்முக வளர்ச்சியுறுவதில்லை என்பதைப் போவரி (Boveri) கண்டார். ஆனால், பிரித்தெடுக்கப் பட்ட ஒவ்வொரு செல்லிலும், தனித்தன்மைத்தான வேறு பாடுகள் அதிக அளவில் காணப்பட்டன. சில செல்கள் குறுகிய காலத்தில் இறந்துபட்டன. சில ஓரளவு வளர்ந்து இயல்பான வேற்றிளவுயிர்களைத் தோற்றுவித்தன. முழுமையான முட்டை களில் நடத்தப்பட்ட சோதனைகளும் இதே முடிவுகளையே தந்தன. பொதுவிதியாக, பிளவிப்பெருகல் இயல்பானதாகவே இருந்தது. ஆனால், முட்டையின் சில பகுதிகளின் வளர்ச்சி தடைப்படுவதால் வளர்ச்சியும் தடைபடுகிறது. இப் பாகங்களில் காணப்பட்ட செல்கள் இறந்துவிடுகின்றன. பொதுவாக மூன்று முனைக்கதிர் கொண்டு பிரிந்தவைகள் நான்கு முனைக்கதிர்களைக் கொண்டு பிரிந்தவைகளைக் காட்டிலும் நன்முக வளர்ச்சியுற்றன.

இந்த உண்மைகள் குரோமோசோம்களின் முக்கியத்துவத் தைக் காட்டுகின்றன. மேலே குறிப்பிட்ட ஒரே காலத்தில் தோன்றுகின்ற மூன்று, நான்கு செல்களுக்கிடையில் காணப்படும் வேற்றுமை, அதனுள் காணப்படுகின்ற நிறைவான குரோமோ சோம்களின் எண்ணிக்கையிலேயே அமைந்திருக்கிறது. போவரி இதோடு நின்றுவிடாமல் இன்னும் பல உண்மைகளையும் விளக்கி யுள்ளார். அவர் முழுமையான முட்டையிலிருந்து தோன்றிய மூலத்தின் (germ) வெவ்வேறு பாகங்களில் காணப்படும் உட்கரு வின் பரிமாணத்தையும், பிரித்தெடுக்கப்பட்ட கருக்கோளச் செல்களில் காணப்படும் உட்கருவின் பரிமாணத்தையும் அளந் தறிந்தார். நாம் முன்பே கண்டதுபோல உட்கருவின் பரிமாணம் குரோமோசோம்களின் எண்ணிக்கைக்கு நேர் விகிதத்தில் இருப் பதை இங்கேயும் கண்டார். இந்தச் செயல்முறை மூலம் வெற்றி

கரமான வளர்ச்சி உட்கருவில் இருக்கும் குரோமோசோம்களின் எண்ணிக்கையை (number) மட்டும் சார்ந்திருக்கவில்லை என்பதைக் காட்டுவதற்குத் துணையாக இருக்கிறது. சில சமயங்களில், பெரிய உட்கருவைக் கொண்ட பகுதிகள் குறுகிய உட்கருவைக் கொண்ட பகுதியைக் காட்டிலும், வளர்ச்சியின் வெற்றியில் பின்தங்கியே காணப்பட்டன. அதாவது, குறைந்த குரோமோசோம் எண்களைக் கொண்ட பகுதிகள் வெற்றிகரமாக வளர்ந்தன. ஆகவே, வளர்ச்சி எந்த முடிவுக்கு வரவேண்டும் என்பதை, குரோமோசோம்களின் கூட்டே (combination) அறுதியிடுகிறது. என்ற முடிவுக்குப் போவரி வந்தார். போவரி, குரோமோசோம் களுக்கிடையில் பண்படிப்படையான ஒற்றுமைகள் இருக்கின்றன என்பதையும், ஆனால் முட்டையின் எந்தப்பாகம் ஒற்றை மயத்தைக் (haploid) கொண்டிருக்கிறதோ அந்தப்பகுதி மட்டுமாவது இயல்பான முறையில் வளர்ச்சியுற முடியும் என்பதையும் எடுத்துறைத்துள்ளார் (படம் 28).

பின்தோன்றிய ஆராய்ச்சிகள் ஒரு குரோமோசோமோ அல்லது ஒரு குரோமோசோமின் ஒரு பகுதியோ இல்லாதிருந்தால் இள வளர்ச்சி நிலையிலேயே வளர்ச்சியை நிறுத்தி விடுவதற்குப் போதுமானதாக இருக்கிறது என்பதைக் காட்டுகிறது. எடுத்துக் காட்டாக பௌல்சன் (Powlson, 1940-45) பழப்பூச்சி டிரோசோஃபைலாமெலனு காஸ்டரின் ‘X’ குரோமோசோம்களில் வெவ் வேறு நிலையில் காணப்படும் குறைபாடுகளைப் (deficiencies) பற்றி ஆராய்ந்தார். பிளவிப்பெருகல் நடைபெற்று முடிவதற்குச் சற்று முன்னால் அதாவது பிளவிப்பெருகிய உட்கருக்கள் முட்டையின் புறப்பரப்பிற்கு நகர்ந்து செல்லும் தருணத்தில் ‘X’ குரோமோசோம்கள் இல்லாததால் மாற்றங்கள் காணப்படுகின்றன. ‘X’ குரோமோசோமின் ஒரு குறிப்பிட்ட பகுதி இல்லாதிருந்தாலும், இயல்பற்ற மாற்றங்கள் மேலே குறிப்பிட்ட அதே நிலையில் காணப் படுகின்றன. ஆனால், பிளவிப்பெருகிய உட்கருக்களின் பரந்து கிடக்கும் தன்மை இயல்பான வழிக்குச் சற்று மாறுபட்டே காணப்படுகிறது. அதே ‘X’ குரோமோசோமின் முன்னால் குறிப்பிட்ட பாதிக்குப் பதிலாக எஞ்சியபாதி இல்லாமலிருந்தால் மேல்புறச் செல் அடுக்கு (superficial cell layer) இயல்பான அமைப்பைக் கொண்டு தோன்றுகிறது. ஆனால் வளர்கரு தோன்றுவதில்லை. முடிவில் ‘X’ குரோமோசோம்களின் சில குறிப்பிட்ட குறுகிய பகுதிகள் இல்லாதிருந்தால், பின் வளர்ச்சியில் சில தனித் தன்மை வாய்ந்த பிறட்சிகளுக்கு நடாத்திச் செல்கிறது. உதாரணமாக நரம்புமண்டலத்தின் வளர்ச்சியிலும், வயிற்று முன் பாகத்தின் வளர்ச்சியிலும் பிறட்சிகள் காணப்படுகின்றன.

இந்த ஆராய்ச்சிகள் குரோமோசோம்களின் பூரண எண்ணிக்கை, இயல்பான வளர்ச்சி மிகமிக அவசியம் என்பதை உறுதிப் படுத்துகின்றன. குரோமோசோம்களின் ஒரு குறிப்பிட்டசிறு பகுதி இல்லாதிருந்தாலே வளர்ச்சியில் குறிப்பிட்ட சில உறுப்புகளின் வளர்ச்சிச் செயல் முறைகளில் பிறட்சிகளைத் தோற்றுவிக்கிறது. ஆகையால், இந்த உறுப்புகளின் இயல்பான செயல்வழி முறைகள் இல்லாமற்போன குரோமோசோம் பகுதிகளில் காணப்படும் ஜீன்களையே (genes) சார்ந்திருக்கிறது என்பது உண்மையெனத் தோன்றுகிறது.

லீதல் காரணிகள் (lethal factors) அல்லது **கொல்லிக் காரணிகள்** என்றழைக்கப்படுகின்ற காரணிகளின் செயற்பாட்டில் நடத்தப்பட்ட ஆராய்ச்சிகளிலிருந்து ஜீன்கள் எவ்வாறு செயல்படுகின்றன என்பதைக் கூர்ந்து அறியலாம். கொல்லிக் காரணிகள் வளர்ச்சியில் கொடுக்கப்பட்ட ஒரு சமயத்தில், வளர்கருவைக் கொல்லும் திறனைக் கொண்டவைகளாகும். இவைகள் **நிலையான திடீர் மாற்றத்தினால்** (mutation) தோன்றுகின்றன. இந்த நிலையான திடீர் மாற்றங்கள் மெண்டலின் மரபியல் கோட்பாட்டிற்கு உட்பட்டே செயல்படுகின்றன. இந்த நிலையான திடீர்மாற்றம் குரோமோசோம்களின் பகுதி இல்லாத காரணத்தால் தோற்றுவிக்கப்படுகிறது (deficiency); அல்லது குரோமோசோம்களின் வேறுசில அமைப்பு மாற்றங்களாலும் தோன்றலாம். எது எப்படி இருந்தபோதிலும் இவைகள் ஒரு தனிப்பட்ட ஜீனின் நிலையான திடீர் மாற்றத்தையே குறிக்கின்றன. ஒவ்வொரு கொல்லிக் காரணியும் வளர்ச்சியில் ஒரு குறிப்பிட்ட படிநிலையில், ஒரு குறிப்பிட்ட இடத்தில் தன்னுடைய இயக்க விளைவுச் சக்தியைச் செலுத்துகிறது. சில சமயங்களில் கொல்லிக் காரணி சில உறுப்புகளின் வளர்ச்சி வழிமுறைகளைத் திசைப்படுத்தியும் அல்லது வளர்கருவின் சிலபகுதிகளைத் தவறான வழியில் நடத்திச் சென்றும், வளர்கருவின் இறத்தலுக்கே கொண்டு செல்கிறது. பல எடுத்துக்காட்டுகளில் ஒரு ஜீன் மூலத்தின் வெவ்வேறு பகுதிகளில் அமைந்திருக்கும் பல விதமான வளர்ச்சியின் போக்கு முறைகளை ஒரே தருணத்தில், மாறுதலடையும்படிச் செய்கிறது என்பது உறுதிப்படுத்தப்பட்டிருக்கிறது. இறந்துகொண்டிருக்கும் திசுக்களுக்குப் பக்கத்திலேயே காணப்படும் வேறு உறுப்புகளிலும் கண்ணுக்குப் புலப்படாத வகையில் கொல்லிக் காரணிகள் தன்னுடைய மாற்றும் சக்தியைச் செலுத்தி அவைகளையும் இறக்கும் நிலைக்கே கொண்டு செல்கின்றன. இவ் வகையான திசுக்களையும் நல்ல சமயத்தில் அறுத்தெடுத்த ஆரோக்கியமான வளர்கருவில் மாற்றிப் பொருத்தினால் (grafted) அத் திசுக்களின் ஒவ்வொரு செல்லிலும் கொல்லிக்

காரணிகள் இருந்தபோதிலும் அவைகள் இயல்பான திசுவாகவே தோன்றுகின்றன. இத் திசுக்களில் காணப்பட்ட அதே கொல்லிக்காரணிகளே மற்றைய திசுக்களின் இறப்பையும் நிகழுமாறு செய்தன. கொல்லிக்காரணிகள் செயற்பாடுகளிலிருந்து இதோடு ஒத்திசைவு கொண்ட போக்குமுறைகள் இயல்பான வளர்ச்சியில் இயல்பான ஜீன்களால் எவ்வாறு அடக்கியாளுகின்றன என்பதைக் காட்டுவதால் மேலே குறிப்பிட்ட ஆராய்ச்சிகள் முக்கியத்துவம் பெறுகின்றன. கொல்லிக் காரணிகள் இயல்பான ஜீன்களின் இழப்பாலோ அல்லது நிலையான திடீர் மாற்றத்தாலோ தோன்றுகின்றன. இதன் விளைவாகப் பின் தொடரும் நிகழ்ச்சியாகிய வளர்ச்சியில் இயல்பான ஜீன்களின் இயல்பான செயல் இல்லாதிருந்தாலும் அல்லது இயல்பான செயல் மாற்றப்பட்டிருந்தாலும் வளர்ச்சியில் குழப்பங்கள் காணப்படுகின்றன. ஆகையால் இந்தக் காட்சியறிவுகள் இயல்பான வளர்ச்சியில் எந்த நேரத்தில், எந்த இடத்தில் ஜீன்கள் தன்னுடைய இயக்கவிளைவுகளைச் செலுத்துகின்றன என்பதற்குத் தகுந்த செய்திகளை நமக்கு மறைமுகமாக அளிக்கின்றன.

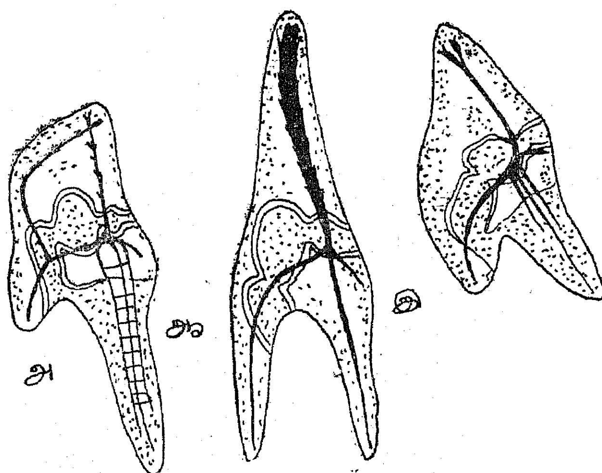
ஜீன்கள் சைட்டோபிளாசக் காரணிகளுடன் ஒத்திணைந்து செயல்படுகின்றன. வளர்கருவின் வளர்ச்சியில் ஜீன்கள் எந்தெந்தச் செயல்களைத் தோற்றுவிக்கின்றன என்பதை அவைகள் காட்டும் வெறும் முடிவுகளிலிருந்து மட்டும் அறிந்துகொள்ள முடியாது. சைட்டோபிளாசத்திற்கும் உட்கருக் காரணிகளுக்கும் உள்ள தொடர்பு முக்கியத்துவத்தை அளந்தறிந்துகொள்ள வேண்டுமானால் இந்த இரண்டையும் ஒரு குறிப்பிட்ட வழியில் இணைத்து, அவ் விளைவால் தோன்றுகின்ற குறிப்பிடத்தக்க அறிகுறிகளைக் கொண்டுதான் இணைந்த இரு காரணிகளின் தனிச்செயல்களைப் பிரித்துக்கூற இயலும். இதைப் பின் கண்டவாறு செய்ய இயலும். அஃதாவது, ஒரு இனத்தின் உட்கருப் பொருள்களை வேறொரு இனத்தின் முட்டையின் சைட்டோபிளாசத்தோடு இணைத்தால் அதிலிருந்து தோன்றுகின்ற வளர்கருவின் இயல்புகளிலிருந்து குறிப்பிட்ட பிரச்சனைகளுக்குத் தீர்வுகாணச் சில செய்திகளைப் பெறமுடியும்.

தொடர்புள்ள இரண்டு இனங்களை இனக்கலப்பு (crossing) செய்வதே மேலே குறிப்பிட்ட பிரச்சனைக்குத் தீர்வு காணும் எளிய முறையாக இருக்கிறது. இந்த இனக்கலப்பிலிருந்து தோன்றிய முட்டையினுடைய சைட்டோபிளாசம் ஏறக்குறைய முழுவதும் தாய்வழிப்பட்டதாகும். ஆனால், இனக்கலப்பு செய்த முட்டையில் காணப்படும் சைட்டோபிளாசத்தில் இருக்கும் உட்கருவில் இரு இனங்களின் ஜீன்கள் காணப்படுகிறது. இந்த

உட்கரு, முட்டை, விந்தணு ஆகியவற்றின் உட்கருக்கள் ஒன்ருகக் கலப்பதால் தோன்றியதாகும். இவற்றிலிருந்து தோன்றுகின்ற கலப்புயிர் (hybrid) வளர்ச்சியில் எப்பொழுது, எப்படித் தந்தை வழி ஜீன்கள் அதனுடைய செயலைத் தோற்றுவிக்கிறது என்பதை மிக எளிதில் அறிந்துகொள்ளமுடியும் என்று எதிர்பார்க்கலாம்.

எது எப்படி இருந்தாலும் நடைமுறையில், இந்த இனக் கலப்பு முறைச் சோதனைகளில் சில சங்கடங்கள் நிறைந்து காணப் படுகின்றன. ஆகவே, இந்தச் சோதனைகள் நாம் எடுத்துக் கொண்ட பிரச்சனைக்கு எந்த அளவு உபயோகமாக இருக்கு மென்பது கேள்விக்குறியாகவே இருக்கிறது. முதலில் மிக நெருங் கிய சொந்தமற்ற இனங்களை இனக்கலப்புச் செய்தால், பொது வாக, உயிர்வாழக்கூடிய (viable) வளர்கருக்கள் தோன்றுதில்லை. விரிவாகப் பார்த்தால், ஒவ்வொரு பெற்ருேர்களுக்கும் இடையி லிருக்கும் சொந்தத்தின் நெருக்கத்திற்குத் தகுந்தவாறு கலப் புயிரின் வளர்ச்சி நடைபெறுகிறது. பெற்ருேர்கள் இருவரும் மிக நெருங்கிய இனங்களைச் சார்ந்திருந்தால் கலப்புயிர் நன்ருக வளர்ச்சியுற்று உயிர்வாழும் நிலையில் கூடத் தோன்றலாம். ஆனல், இரு பெற்ருேர்களுக்கிடையில் உள்ள பந்தம் மிகமிகக் குறைவாகக் காணப்பட்டால் கலப்புயிரின் வளர்ச்சி இளநிலையிலேயே நின்று விடுகிறது. ஆன போதிலும் தொகுப்பியல் தொடர்பு (taxonomic-affinity) ஒன்றைத்தான் ஒரு காரணியாகக் கருதவேண்டும் என்று கொள்ளக்கூடாது. இந்தக் கூற்று பின்வரும் நிகழ்ச்சியிலிருந்து ஓரளவு உண்மை எனக் கொள்ளலாம். சில சமயங்களில் 'அ' என்ற இனத்தின் முட்டைகளை 'ஆ' என்ற இனத்தின் விந்தணுக்களுடன் இணைவுபடச் செய்வதால் தோன்றும் முடிவு இதற்கு எதிர் முறையில் செய்த இனக்கலப்பிலிருந்து தோன்றும் முடிவுக்கு முற்றிலும் மாறுபட்டிருக்கிறது. வளர்ச்சியில் தோன்றும் தடை வேறு சில காரணிகளின் இயல்பாக இருக்கலாம். சில சமயங்களில் உட்கருவின் பிரிவில் குழப்பம் தோன்றுவதால் குரோமோசோம் பிரிந்து செல்களுக்குப் பகிர்ந்து கொடுக்கும் செயல் இயல்பானதாக இல்லை. வேறு சில எடுத்துக்காட்டுகளில் செல்கள் ஒரு கொடுக்கப் பட்ட காலத்திலிருந்து தொடர்ந்து நோய்க்குறியான (pahological phenomena) நிகழ்ச்சிச் செய்திகளைக் காட்டுகின்றன. இந்த நோய்க் குறி மூலத்தின் (germ) ஒரு சில பகுதிகளில் அல்லது உறுப்புகளில் கட்டுப்படுத்தப் பட்டிருக்கலாம். ஆகையால் எஞ்சிய பகுதிகள் நோயினல் பீடிக்கப்படாமலிருக்கலாம்; அல்லது நோய்க்குறி எல்லாச் செல்களிலும் ஒரே அளவாகக் குறைந்தோ கூடியோ இருக்கலாம். இந்த எடுத்துக்காட்டு மூலத்தின் முறையான வளர்ச்சிக்கு அதனுள் காணப்படுகின்ற செயல்களினுல் உட்கருவும்

சைட்டோபிளாசமும் ஒன்றுக்கொன்று இசைவிக்கப்பட்டிருக்க வேண்டும் என்பதைக் காட்டுகிறது. ஆனால் இந்த எடுத்துக் காட்டின் மூலம் ஒவ்வொரு காரணித் தொகுப்பின் செயல்களைப் பற்றி அலசிப் பார்ப்பது சாத்தியமில்லாததாக ஆகிவிடுகிறது. மிகமிக நெருங்கிய சொந்தமுள்ள இனங்களை இனக்கலப்புச் (hybridisation) செய்யும் பொழுது அதோடு சேர்ந்து வேறு சில குழப்பங்களும் தோன்றுகின்றன. இந்த இரண்டு இனங்களும் எந்தெந்தப் பண்புகளில் மாறுபடுகிறதோ அந்தந்தப் பண்புகள் வளர்ச்சியில் மிகமிகப் பின்தங்கிய நிலையிலேயே தோன்றுகின்றன. பெரும்பாலும் வளர்ச்சி நடைபெற்றுக் கொண்டிருக்கும் காலங்



படம் 29.

புளுட்டியஸ் லார்வாக்கள்.

அ. ஸ்பேர்எக்கினிஸ் கிரானுலாரிஸ்,

ஆ. சாம்மெக்கினிஸ் மைக்ரோடியுபெர்குலேட்டஸ்,

இ. கலப்புயிர் ஸ்பேர்எக்கிரான், சாம்மெககினிஸ் மைக்ரோடியுபிரி.

களில் கலப்புயிரை இரண்டு பெற்றோர்களில் எவரைச் சார்ந்தது என்று பிரித்துக்காண முடியாதாக இருக்கிறது. சில விளைவுகள் தந்தை வழி ஜீன்களின் செயல் விளைவுகளால் இருக்கக் கூடுமோ என்று கருதினால் அநத இயக்க வினைகள் வெளிப்படையாகத் தெரிவதில்லை. ஆகவே இயக்க விளைவுகள் இரண்டில் எவ்வழியைச் சார்ந்தது என்று அறிந்து கொள்வது கடினமாக இருக்கிறது. தந்தைவழி ஜீன்களின் இயக்கவினைகளை வளர்ச்சியின் முடிவில் தோன்றுகின்ற சில வெளிக்குறிகளைக் கொண்டே காணமுடியும். இப்பொழுது நாம் இந்த வெளிக்குறிகளைத் தோற்றுவிப்பதற்குத்

தேவைப்படுகின்ற மிகமிக முக்கியமான செயல் வழிப்படி நிலைகள் முழுவதும் வெகு காலத்திற்கு முன்பே நடைபெற்று விடுகிறது என்று கொள்ளவேண்டும்.

இனக்கலப்புச் சோதனைகளில் இத்துணை இடர்ப்பாடுகள் இருந்தபோதிலும் சில எடுத்துக்காட்டுகளிலாவது நாம் எடுத்துக் கொண்ட பிரச்சனைக்கு ஓரளவு தீர்வுகாணும் அளவுக்குச் சில கருத்துகள் கிடைத்திருக்கின்றன. இதுபோன்ற சோதனைகள் அர்ச்சினின் முட்டைகளிலும் நீர், நில வாழ்வினங்களிலும் நடத்தப்பட்டிருக்கின்றன. அவைகளைப்பற்றி இங்கே விரிவாகக் காண்போம்.

முன்னால் குறிப்பிட்ட கருத்திற்கிணங்க இரண்டு கடல் அர்ச்சின் இனங்களுக்கிடையில் நடைபெறும் இனக் கலப்பின் முடிவு உபயோகப்படுத்தப்படும் அந்த இரண்டு இனங்களின் கருக் களுக்கிடையில் இருக்கும் சொந்தத்தைப் பொருத்தே இருக்கிறது. மிகமிகச் சாதகமான எடுத்துக்காட்டுகளில் கலப்புயிர், இயல் பான புளூட்டியஸ் லார்வாவாக (pleuteus larva) வளர்கிறது. இனக்கலப்பு செய்யப்பட்ட இரண்டு இனங்களும் மிக நெருங்கிய சொந்தமுடையதாக இருந்தால்தான் புளூட்டியஸ் லார்வா தோன்றும். உதாரணமாக சாமாமெக்கின்ஸ் மைக்ரோடியுபெர் குலேட்டஸ் (psammechinus microtuberculatus) இனத்திற்கும் பாராசென்ட்ரோட்டஸ்லிவிடஸ் (paracentrotus lividus) இனத்திற்கும் இடையில் இனக்கலப்பு செய்யப்பட்டது. இந்த இனங்களின் புளூட்டியஸ்கள் ஒன்றையொன்று ஒத்ததாக இருக்கின்றன. புளூட் டியஸ்களை அவைகளில் காணப்படும் சுண்ணக்கோல்களின் (calcareous rods) அமைப்பிலிருந்து இனங்கண்டுகொள்ள முடிகிறது. ஹோர்ஸ்டாடியஸின் (Horstadius, 1936) உன்னிப்பான ஆராய்ச்சி களிலிருந்து கலப்புயிர் லார்வாக்கள் பெற்றோர்களின் இனப் பண்புகளில் நடுத்தன்மைத்தானதாகவே இருக்கின்றன என்ப தற்குச் சான்றுகள் கிடைத்திருக்கின்றன. ஸ்ஃபேர்எக்கினிஸ் கிரானுலாரிஸ் (sphaer echinus granularis) முட்டைகளைச் சாம்மெக் கினஸ் (psammechinus) அல்லது பேராசென்ட்டிரோட்டஸின் (paracentrotus) விந்தணுவுடன் கருவுறுதல் நடைபெறச் செய்தால் மேலே குறிப்பிட்ட அதே விளைவுதான் இங்கும் காணப்படுகிறது. (படம் 29). இந்த விலங்குகளின் புளூட்டியஸ் லார்வாக்கள் வெளிப்படையான மாற்றங்களைக் காட்டுகின்றன. ஸ்ஃபேர்எக்கி கினிஸ் புளூட்டியஸ் லார்வா கொழுத்த வடிவத்தையும் அதனுடைய கைகளின் நீளம் வேறுபட்டும் அதனுடைய சுண்ணக் கோல்கள் இக்கட்டான அமைப்பையும் கொண்டதாக இருக் கிறது. சுண்ணக்கோல்களில் ஒன்றான மலப்புழைக்கோல் (anal rod)

3-5-இணையாக அமைந்த கோல்களைக் கொண்டும் அவைகள் மேலும் குறுக்கு இணைப்புகளைக் கொண்டும் காணப்படுகிறது. முன்முகட்டுக்கோல் (apical rod) மூன்று நீட்சிகளை (prongs) மேல் முனையில் கொண்டு காணப்படுகிறது. பேராசென்ட்டிரோட்டஸில் ஒரே ஒரு மலப்புழைக்கோல் காணப்படுகிறது. சாம்மெக்கினஸின் மலப்புழைக்கோலில் ஒரு சிறிய துண்டு காணப்படுகிறது. இப்பொழுது லார்வாக்கள் அமைப்பிலும் உட்சட்டக அமைப்பிலும் இடை நிலையிலேயே இருப்பது தெரிய வருகின்றது. இவைகளுடைய மலப்புழைக் கோல்கள் 2—3 கோல்களாலானது. இங்கே கோல்களுக்கிடையில் குறுக்குப் பிணைப்பு காணப்படவில்லை. இவைகளுடைய முன்முகட்டுக் கோல்களின் முனைகள் பருத்துக் கிளைக்கும் தன்மையையும் காட்டுகின்றன (Boveri, 1889-95). லார்வாக்கள் நடு நிலைமையில் இருப்பதற்குப் புறம்பாக, வேறு சில லார்வாக்களில் தந்தை வழிப் பண்புகள் மேலோங்கி நிற்பதையும் சில சமயங்களில் போவரி கண்டார். இது ஒரு வேடிக்கையான உண்மையாக இருக்கிறது. இதற்கு பேட்ரோகிளைன் (patrocline) லார்வா என்று பெயர். இவைகள் வளர்க்கப்படுகின்ற ஊடகத்தில் காணப்படும் நிலைமைகளை ஒரு குறிப்பிட்ட செயலைச் செய்வதுபோல் தோன்றுகிறது என்று கொள்ளலாம். குறிப்பாகச் சொல்லவேண்டுமானுல் வளர்க்கும் ஊடகத்தின் வெப்பம் சுண்ண உட்சட்டகத்தின் அமைப்பை மாற்றி அமைக்கக்கூடும் என்று கருதப்படுகிறது.

இவ் வகைகளில் தந்தைவழிக் குரோமோசோம்களின் செல்வாக்கு, வளர்ச்சியில் காணப்படுவது உண்மையாகவே இருக்கிறது. எப்படி இருந்தபோதிலும் மற்றைய இனக் கலப்புகள் வெவ்வேறு முடிவுகளையே கொண்டிருந்தது. பல வகைகளில் முட்டை எந்த இனத்தைச் சார்ந்ததாக இருக்கிறதோ அதே இனத்திற்கு உரிய பண்புகளையே கலப்புயிர் காட்டியது. இவைகளை மேட்ரோகிளைன் (matroclin) கலப்புயிர் என்று அழைக்கிருர்கள். உதாரணமாக, ஸ்பேர்எக்கினிஸ் முட்டையும், அர்பேசியா விந்தணுவும் இனக்கலப்பு செய்யப்பட்டது (sphaerechinus ♀ × arbacia ♂). சில வகைகளில் தந்தை வழிக் குரோமோசோம்கள் எதிர்த்துப் போராடும் தன்மையற்றதாக இருக்கின்றன. இக் குரோமோசோம்களைச் சூழ்ந்திருக்கும் அயல் (foreign) புரோட்டோபிளாசம் அதனுள்ளேயே வெளிப்படையாகத் தெரியும்படி இருக்கிறது. ஸ்பேர்எக்கினிஸ் (sphaerechinus), சாம்எக்கினிஸ் (psammechinus) அல்லது பேராசென்டிரோட்டஸ் (paracentrotus) இடையே நடந்த இனக் கலப்பு நடுநிலையிலுள்ள கலப்புயிர்களைக் கொடுத்தது. இவைகளை எதிரிடை (reciprocal) இனக் கலப்புச் செய்தால் அதாவது சாம்

எக்கினிஸ் அல்லது பேராசெனட்டிரோட்டஸ், ஸ்பேர்எக்னிஸ் வுடன் இனக் கலப்புச் செய்தால் முற்றிலும் மாறுபட்ட முடிவுகள் தோன்றுகிறது. இந்த இனக் கலப்பில் தந்தை வழிக் குரோமோ சோம்கள் உண்மையிலேயே முட்டை உட்கருவுடன் இணைகிறது. ஆனால், முதலாவது அல்லது இரண்டாவது பிளவின் பொழுது 20-ல் 16 ஸ்பேர்எக்கினிஸ் குரோமோசோம்கள் வெளித்தள்ளப் படுகின்றன. இவ் வகையான வளர்ச்சிக்கு மேட்ரோகிளேன் (matro-cline) வளர்ச்சி என்று பெயர்.

இங்கே விவரிக்கப்பட்ட சோதனைகளில் தந்தைவழிக் குரோமோசோம்களின் செயல்கள் புளூட்டியஸ் நிலைவரை கண் கூடாகத் தெரிவதில்லை. இருந்தபோதிலும் டென்னென்டுவின் (Tennent) ஆராய்ச்சிகள் அந்த நிலைக்கு முன்னாலேயே குரோமோ சோம்கள் அவைகளின் வளர்ச்சியில் ஒரு முக்கியப் பங்கு வகிக் கின்றன என்பதை மெய்ப்பிக்கின்றன. டென்னென்டு (Tennent) சிடாரிஸ் (cidaris), லேட்எக்கினிஸ் என்ற இரு பேரினத்தைச் சார்ந்த இரண்டு கடல் அர்ச்சினின்களை இனக்கலப்புச் செய்தார். சிடாரிஸில், மூலக்குடல் (archenteron) கருவுற்ற 20 மணி நேரத் திற்குள் தோன்ற ஆரம்பிக்கிறது. உட்சட்டகத்தைத் தோற்று விக்கின்ற செல்கள் மூலக் குடலிலிருந்து தங்களைப் பிரித்துக் கொள்கின்றன. அடுத்தபடியாக லேட்எக்கினிஸில் மூலக்குடல் 9 மணி நேரத்திற்குப்பிறகு உள்பிதுங்குகிறது (invagination). உட்சட்டகத்தைத் தோற்றுவிக்கின்ற செல்கள் கருக்கோளத்தின் கருவுணவுத்துருவச் சுவரிலிருந்து இதற்கு முந்திய காலத்திலேயே தோன்றி விடுகின்றன. கலப்புயிரில் (சிடாரிஸ் X லேட்எக்கினிஸ் cidaris lytechinus) வளர்ச்சி மேட்ரோகிளேன் வழியிலேயே நடை பெறுகிறது. அதாவது கருக்கோள்ப்படிநிலை முடிவடையும் வரை, எது எவ்வாறிருப்பினும் உட்சட்டகத்தை உருவாக்குகின்ற செல்கள் மூலக்குடலின் உட்பிதுக்கம் (invagination) தோன்றிய அதே தருணத்தில் கருக்கோளத்தின் சுவர்களிலிருந்து தோன்று கின்றன. ஆகவே இந்த இடத்தில், தந்தை வழிக் குரோமோ சோம்கள் அவைகளுடைய மாற்றியமைக்கும் தன்மையை வெளிப்படுத்திக் கொள்கிறது.

நீர், நில வாழ்விகளிலும்கூட இனக்கலப்புச் சோதனைகளின் முடிவுகள் இனக்கலப்பு செய்யப்படுகின்ற இனங்களின் இயல்பான தன்மைகளைப் பொருத்திருக்கின்றன. பியுஃபோ கம்மியுனிஸ் முட்டையையும், பியுஃபோவிரிடிஸ் விந்தணுவையும் (bufo communis ♀ × bufo viridis ♂) இனக்கலப்புச் செய்யப்படுவதால் தோன்றும் கலப்புயிரில் முறையான நல்ல வளர்ச்சி தோன்றுகிறது.

அதே நேரத்தில் எதிரிடை (reciprocal) இனக் கலப்புச் செய்தால் கலப்புயிர் நன்றாக வளர்வதில்லை. மேலும் ரானா எஸ்குலெண்டாவும், ரானாஃபஸ்காவும் (rana esculenta × rana fusca) இனக் கலப்புச் செய்வதால் இருபடைக் கருக்கோள (gastrula) நிலையிலேயே வளர்ச்சி நின்றுவிடுகிறது. வேறு சில இனக் கலப்பில் உண்மையற்ற கலப்புயிர்கள் (false hybrids) என்றழைக்கப்படும் கலப்புயிர்கள் தோன்றுகின்றன. இதில் ஊடுருவிச் செல்லும் விந்தணு வளர்ச்சி நடந்து கொண்டிருக்கும்படி முடுக்கி விடுகிறது. ஆனால், மற்றைய வழிகளில் வளர்ச்சி முறையில் பங்கு கொள்வதில்லை. உதாரணம்: ரானா எஸ்குலெண்டா × பியூஃபோ விரிடிஸ் (rana esculenta × bufo viridis).

ஜே. ஏ. மூர் (Moore, 1941) பல வகையான அமெரிக்க நாட்டுத் தவளைகளின் கலப்புயிரிகளின் வளர்ச்சியை நன்றாக ஆராய்ந்துள்ளார். பெரும்பாலான வகைகளில், கலப்புயிரிகள் இளநிலை இருபடைக் கருக்கோளநிலை (gastrula) வரையில் இயல்பான முறையில் வளர்கின்றன. ஆனால், இதன்பின் வளர்ச்சி நின்றுவிடுகிறது. வேறுசில இனக் கலப்பில் வளர்ச்சி இதற்கு மேலும் முன்னேறியது. எல்லாவகைகளிலும், இருபடைக் கருக்கோளாக்கம் தொடங்கும் வரையில் வளர்ச்சியின் வேகம், எந்த இனம் அந்த முட்டைகளைத் தோற்றுவித்ததோ அந்த இனத்தில் காணப்படும் வளர்ச்சி வீதத்தையே ஒத்திருந்தது. இந் நிலைக்கு மேலும் வளர்ச்சியுற்ற அந்தக் கலப்புயிர்களில் தந்தைவழிக் குரோமோசோம்கள் வளர்ச்சி வேகத்தை மாற்றியமைக்கும் செயல் இருபடைக் கருக்கோளாக்கம் நடந்து கொண்டிருக்கும் காலம் முழுவதுமோ அல்லது இருபடைக் கருக்கோளமாக்கப்பட்ட பின்போ வெளிப்படையாகத் தெரிகிறது.

மேலும், தவளையின் இருபடைக் கருக்கோள நிலையிலேயே வளர்ச்சி நின்றுவிடுகிற கலப்புயிர்களிலிருந்து வேறுசில உண்மைகளையும் கண்டிருக்கிறார்கள். வளர்ச்சி தடைப்பட்ட அதே சமயத்தில் சுவாசித்தலும் கார்போஹைடிரேட் வளர்சிதை மாற்றமும் இயல்பான வழியிலிருந்து விலகிச் செல்கின்றன. (Barth and Jaeger). பொதுவாக இந்தப் படிநிலையில் பைரோ நியூக்ளிக் அமிலத்தொகுப்பு தோன்றுகிறது; ஆனால், இங்கே தோன்றுவதில்லை (Brachet, 1952). தொடர்பில்லாத குரோமோசோம்கள் இங்கே காணப்படுவதால் இவைகள் சில செயல்வழி முறைகளைத் தடை செய்வதன் மூலம் அதிலிருந்து உட்கரு செல்லின் வளர்சிதை மாற்றத்தை மாற்றி அமைக்கிறது. இறக்கும் கலப்புயிர்களின் (lethal hybrids) சில பாகங்களை அறிய ஆர்வ

முள்ள நோக்குடன் இயல்பான வளர்கருவுடன் மாற்றிப் பொருத்தும்பொழுது (grafted) இந்த மாற்றிப் பொருத்திய பாகங்கள் கிட்டத்தட்ட சாதாரணமாகவே வளர்ந்தன. மாற்றிப் பொருத்திய பாகங்களில் வளர்ச்சி தோன்றும்பொழுது தனித் தன்மை வாய்ந்த ரைபோநியூக்ளிக் அமிலத் தொகுப்புத் தோன் றியது. இறந்துபடும் திசுக்களின் மீண்டும் உயிராற்றல் வழங்கீட்டிற்கு (re-vitalisation) தேவையான பொருள்களின் வளர்சிதை மாற்றத் திற்குத் தேவைப்படுகின்ற தவிர்க்கமுடியாத பொருள்களைக் கலப்பு யிரின் செல்களினுல், தொகுக்க முடியாத காரணத்தால் அவைகள் இப்பொழுது புதிதாக அமைக்கப்பட்டிருக்கும் சூழ்நிலையிலிருந்து ஊடுருவிச் செல்கின்றன என்பது உண்மையென்றே தோன்றுகிறது.

எஞ்சிய வளர்ச்சியால் தந்தை உட்கருக் காரணிகளின் மாற்றி அமைக்கும் தன்மையைக் கவனத்தோடும் சிரத்தையோடும் நியூட் (newt) இனக் கலப்புகளில் விரிவாக ஆராயப்பட்டுள்ளது. ஹாம் பெர்கர் (Hamberger, 1936), டிரைட்டான் டேனியேட்டர்ஸ், டிரைட்டான் கிரிஸ்டேட்டஸ் (Triton Taeniatus × Triton Cristatus) என்ற இரண் டையும் இனக் கலப்புச் செய்தார். கலப்புயிர் லார்வா ஆரம்பத் தில் தாய்வழி இனத்தின் பரிமாணத்தை ஒத்த பரிமாணத்தையே கொண்டிருந்தது. இருந்தபோதிலும், பின் வளர்ச்சியில் மாற் றங்கள் தோன்றின. டிரைட்டான் கிரிஸ்டேட்டஸ் கலப்புயிர், டிரைட் டான் டேனியேட்டஸ் கலப்புயிரியைவிட மிக விரைவாக வளர் கிறது. கலப்புயிர் வளர்ச்சியில் இடைநிலைப் பட்டதாகவே காணப்படுகிறது. இருந்தபோதிலும், கிரிஸ்டேட்டஸ் × டேனி யேட்டஸ் இனக் கலப்புயிர் எதிரிடைக் கலப்புயிரியைவிடச் சிறிது வேகமாகவே வளர்கிறது. கலப்புயிர்களில் காணப்படும் இந்த வளர்ச்சி வேறுபாடுகள், வளர்ச்சி உட்கருக்காரணிகளை மட்டும் சார்ந்திருக்கவில்லை. ஆனுல், சைட்டோபிளாசக் காரணிகளையும் சார்ந்திருக்கிறது என்பதைக் காட்டுகிறது. இந்த இரண்டு கலப் புயிர்களின் உட்கருவின் அமைப்பு ஒரே வகைத்தானது. ஆனுல், அவைகளின் சைட்டோபிளாசம் தனித்தன்மை வாய்ந்த தாய் வழித் தோன்றிகளாகவே இருக்கின்றன. தாய், தந்தை இனங் களில் வேறொரு மாறுபாடும் காணப்படுகிறது. வால் துடுப்பில், துடுப்பின்மேல் காணப்படும் வெள்ளை நிறமித் துகள்கள் (white pigments) டேனியேட்டஸைவிட, டிரைட்டான் கிரிஸ்டேட்டஸில் குறித்த காலத்திற்கு முன்பே தோன்றி விடுகின்றன. இந்தத் துகள்கள் இரண்டு சிறப்பினங்களிலும் வெவ்வேறு வகையான அமைப்பைக் கொண்டிருக்கின்றன. இரண்டு கலப்புயிரிகளிலும் இந்தப் பண் பின் தோற்றம் கிரிஸ்டேட்டஸில் காணப்படும் நிலையோடு இயைந் திருக்கிறது. துகள்களின் தோற்றத்தில் காணப்படும் ஒற்றுமை

யோடு நின்றுவிடாமல் அவைகள் அமைந்திருக்கும் முறையும் ஒன்றேடொன்று ஒத்ததாகவே இருக்கிறது. எது எப்படி இருந்த போதிலும் பின்னால் இந்த அமைப்பு டேனியேட்டஸ் அமைப்பை நோக்கி நெருங்கிச் செல்கிறது. இந்த இரு கலப்பு உயிர்களும் துகள்களை உற்பத்தி செய்வதில் ஒரேவகையான நடத்தையை உடையதாக இருக்கின்றன. இதிலிருந்து இங்கே சைட்டோ பிளாசக் காரணிகள் செயல்படவில்லை. ஆனால், இந்த நிறமிச் செல்களின் தோற்றம் முழுமையாக, உட்கருக்காரணிகளால் அவைகளின் ஆட்சிக்குட்படுத்தப்பட்டிருக்கிறது. முடிவில் டேனியேட்டஸ், கிரிஸ்டேட்டஸ் லார்வாக்களின் முன்கை அமைப்பில் தெளிவான வேறுபாடுகள் இருக்கின்றன. அதாவது, கலப்புயிர்களின் கைகள் வடிவிலும், விரல்களின் நீளத்திலும், பெற்றோர் இனங்களில் காணப்படுவதைவிட, இடைநிலையுடையனவாகவே இருக்கின்றன. எதிரிடைக் கலப்புயிர்களில் (reciprocal hybrids) இந்தப் பண்பில் வேற்றுமை காணப்படுவதில்லை. இங்கே மீண்டும் உட்கருக்காரணிகள் மட்டும் செயல்படுவதாகத் தோன்றுகிறது.

டிவிட்டி (Twitty, 1936) என்பவர் அமெரிக்க நாட்டில் வாழும் இனமான (genus) ஃட்டிரைட்டியூரஸ் (triturus) என்ற விலங்கில் விரிவான ஆராய்ச்சிகள் செய்துள்ளார். அவர் மாற்றிப் பொருத்தும் முறையையும் (transplantations) இனக் கலப்பு முறையையும் இணைத்து அதன் உதவியால் பிரச்சனையை மேற்கொண்டு அலசி ஆராய்ந்தார். அவர் ஆராய்ச்சிக்கு எடுத்துக்கொண்ட இனங்களுக்குள் வண்ணப் பொருள்களில் தனிப்பட்ட சிறப்பு வேற்றுமைகள் காணப்பட்டன. டிரைட்டியூரஸ் டோரோசஸில் (tritutrus torosus) கருந்துகள், செல்கள், முதுகுப்பக்கத் துடுப்பின் அடிப்பாகத்தின் இரண்டு பக்கங்களிலும் நீளவாக்கில் நன்றாகக் குறிக்கப்பட்ட கரும்பட்டைகளாக உருவாகின்றன. டிரைடியூரஸ் வல்காரிஸ் (triturus vulgaris) இனத்தில், கருந்துகள் செல்கள் உடம்பின் எல்லாப் பாகங்களின் மேலும் சிதறிக்கிடக்கின்றன. இவற்றிலிருந்து தோன்றிய கலப்புயிரியின் வண்ணம், இனக் கலப்புற்ற இரண்டு இனங்களில் காணப்படும் நிலைக்கு இடைநிலைத்தானதாகவே இருக்கிறது. ஆகவே, நிறமிச் செல்கள் உடம்பின் எல்லாப் பக்கங்களுக்கும் பரவும் செயல், உட்கருக் காரணிகளால் செயலாட்சி செய்யப்படுகிறது என்பது வெளிப்படையாகிறது.

டிவிட்டி (Twitty) உட்கருக் காரணிகள் எப்படி நிறமிச் செல்களின் பங்கீட்டு முறையைச் செயலாட்சி செய்கின்றன என்பதைக் கண்டுபிடிக்க முயற்சி செய்தார். இந்தச் செல்கள் கருநிலை நரம்பு

மடிப்பின் (embryonic neural fold) மேல் பாகத்திலிருந்து தோன்றுகின்றன. இங்கிருந்து அச் செல்கள் உடம்பின் எல்லாப் பாகங்களுக்கும் பரவுகின்றன. டிரைட்டியூரஸ் ஃட்டோரோசஸில் அச் செல்கள் பக்கங்களின் முதுகுப் பகுதிகளில் தசைக் கண்டங்களின் (muscle segment) மேலே குவிகின்றன. டிரைட்டியூரஸ் வல்காரிஸில் அச் செல்கள் விலாப்பக்கங்கள் முழுவதும் ஒரே சீராகச் சிதறிக்கிடக்கின்றன. ஆகவே, வண்ணத்தின் வேறுபாட்டிற்கு நிறமிச்செல்கள் இடம்பெயர்ந்து செல்வதில் காணப்படும் வேறுபாடுகளே காரணமாக இருக்கின்றன. இவைகள், இவைகளுடைய வாய்ப்பில் இந்தச் செல்களின் அமைப்பில் காணப்படும் வேறுபாடுகளையாவது, அல்லது அச் செல்கள் அமைக்கப்பட்டிருக்கும் முறையிலாவது அல்லது அச் செல்களைச் சுற்றியுள்ள சூழலின் ஈர்ப்புச் சக்தியையாவது சார்ந்திருக்கக் கூடும் என்று கருதப்படுகிறது. மாற்றிப் பொருத்தும் (transplantation) சோதனைமூலம் டிவிட்டியும் (Twetty) அவர் குழுவினரும் பல்வேறு இனங்களின் தோல் எபித்தீலியம் (epithelium), தசைக் கண்டங்கள் ஆகிய இரண்டும் வண்ண அமைப்பில் வெவ்வேறு பண்புகளைக் கொண்டிருக்கின்றன. ஆனால், வண்ணத்தில் காணப்படும் தனிப்பட்ட வேற்றுமைகளுக்கு நிறமிச் செல்களில் காணப்படும் தனித்தன்மையே காரணமாக இருக்கிறது என்பதை மெய்ப்பித்திருக்கிறார்கள். டிரைடியூரஸ் ஃட்டோரோசஸில் இந்த நிறமிச் செல்கள் தசைக் கண்டங்களால் பலமாக இழுக்கப்படுகின்றன. ஆனால், மத்திய நரம்பு மண்டலத்தில் ஈர்ப்புச் சக்தி குறைந்தே காணப்படுகிறது. ஃடிரோசஸ் வல்காரிஸ் இப் பண்பைப் பெற்றிருக்கவில்லை. ஆனால், இதனுடைய கலப்புயிர் இப் பண்பைச் சிறிதளவு பெற்றிருக்கிறது. ஃடிரோசஸ் வளர்கருவின் நிறமிச் செல் முதல்-மூலம்(pigment-cell-primordium) நரம்பு மடிப்புகளில் காணப்படுகிறது. இவ்விடத்திலிருந்து நிறமிச்செல் மூலப் பகுதிகளை எடுத்துவிட்டு, அதே இடத்தில் அதுபோன்ற பாகத்தை வல்காரிஸ் வளர்கருவிலிருந்து எடுத்து மாற்றிப் பொருத்தப்படுகிறது. இந்தச் செயலைத் தலைகீழாக மாற்றியும் செய்யப்பட்டது. இந்த எடுத்துக்காட்டில் ஃட்ரோசஸ் இனத்திலிருந்து வெட்டி எடுக்கப்பட்ட பகுதியிலுள்ள நிறமிச் செல்கள் வல்காரிஸ் ஓம்புயிர் (host) தசைக் கண்டங்களின்மேல் குவிந்தன. அதே சமயத்தில் வல்காரிஸ் இனத்திலிருந்து வெட்டியெடுக்கப்பட்டு, மாற்றிப் பொருத்தப்பட்டப் பகுதியிலுள்ள நிறமிச் செல்கள் ஃடிரோசஸ் ஓம்புயிரின் பக்கங்களின்மேல் ஒரே அளவாகச் சிதறிக் கிடந்தன. சுருங்கச் சொன்னால் வெட்டியெடுக்கப்பட்ட பகுதியில் காணப்படும் தனித்தன்மையும், அமையும் மாதிரியும் அயல் ஓம்புயிரில் கூட வளர்ச்சியுறுகிறது. டிவிட்டி (Twitty, 1945) பின்

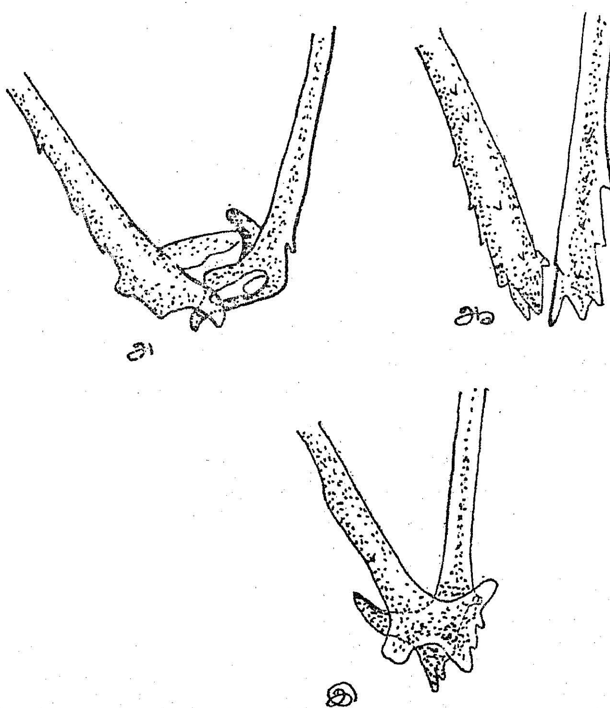
காலத்தில் நடத்திய சோதனைகளிலிருந்து ஃடிரோசஸ் நிறமிகளின் முதுகுப்புறக் குவிவு இரண்டாந்தரமான ஆராய்ச்சிக்குட்படுத்தப் படாத பண்பாகவே இருக்கிறது. நிறமிகள் ஓரளவு மாறுபாடடைந்த நிலையை அடைந்தவுடன் செல்கள் தங்களுடைய செயல் முறைகளைத் திரும்பப்பெற்றுக் கொள்கின்றன. ஆகவே அச் செல்கள் ஒன்றுக்கொன்று அண்மையில் காணப்படுகின்றன. டிரைட்டியூரஸ் வல்காரிஸில் நிறமிச் செல்கள் (melanophores) எப்பொழுதும் குறைவான மாறுபாடடைந்த நிலையிலேயே காணப்படுகின்றன. நிறமிச் செல்கள் அதிக அளவு நிறமித் துகள்களைக் கொண்டிருப்பதில்லை. மேலும் அவைகளில் இரண்டாம்நிலைக் குவிவும் காணப்படுவதில்லை. ஆகவே உட்கருக்காரணிகள், நிறமிச்செல்கள் முடிவானமாறுபாடடையும் தன்மைக்கு நேரடிக் காரணக்கூறுகவும், பொறுப்புள்ளதாகவும் இருக்கின்றன. மறைமுகமாக இது தோல் நிறத்தின் அமைப்பு மாதிரியில் மாற்றத்தைத் தோற்றுவிக்கிறது.

கலப்புயிர்களில் தந்தைவழி உட்கருப் பொருள்கள் முட்டை உட்கருவிலிருக்கும் தாய்வழிக் குரோமோசோம்களுடன் எப்பொழுதும் இணைந்தே இருக்கின்றன. ஆகவே, தந்தைவழி ஜீன்கள் அயல் சைட்டோபிளாசத்தில் தன்னைத் தடையின்றி வெளிப்படுத்திக்கொள்ள முடிவதில்லை. இதன் செயல்கள் எப்பொழுதும் தாய்வழி ஜீன்களினுல் மறைக்கப்படுகிறது. சைட்டோபிளாசக் காரணிகளும், உட்கருக் காரணிகளும் ஒன்றையொன்று மாற்றி அமைத்துக் கொள்கிறது என்பதை நாம் இதைவிடத் தெளிவாக அறிந்துகொள்ள வேண்டுமானுல் ‘அ’ என்ற சிறப்பினத்தின் உட்கருவை ‘ஆ’ என்ற சிறப்பினத்தின் சைட்டோபிளாசத்தோடு இணைக்கவேண்டும். இப்படிச் செய்யும்பொழுது “ஆ’ என்ற சிறப்பினத்தில் உட்கருப் பொருள்கள் இல்லாமல் இருக்கவேண்டும். இந்த நிலையுடைய முட்டையை நாம் அடைந்தால் அயல் உட்கரு, அதைச் சூழ்ந்திருக்கும் சைட்டோபிளாசப் பொருள்களை மாற்றி அமைக்கும் செயலுக்குத் ‘தொடர்பு படுத்த” (mediate) முடியாமலிருக்கிறது. ஆனுல், இந்த இரண்டும் நேரிடையாகப் பின்னிச் செயல்படுகின்றன. கலப்புயிரில் ‘அ’ என்ற இனத்தின் பண்பு சந்தேகத்திற்கிடமில்லாமல் உட்கருவினுல் தோற்றுவிக்கப்படுகிறது. மேலும் ‘ஆ’ இனத்தின் தனித்தன்மைத்தான பண்புகளைச் சைட்டோபிளாசக் காரணிகள் திட்டவட்டமாகத் தோற்றுவிக்கின்றன. இதுபோன்ற இணைப்புகள் பல வகைகளில் வெற்றிகரமாகத் தோற்றுவிக்கப்பட்டிருக்கின்றன. உட்கருவில்லாத முட்டைத் துணுக்குகள் அல்லது முழுமையான முட்டைகளிலிருந்து உட்கரு நீக்கப்பட்டிருந்தாலும் அல்லது கொல்லப்பட்டிருந்தாலும் சில பிரத்தியேகமான சூழ்நிலைகளில்

கருவுற்றபின் விந்தணு உட்கரு வழியாகப் பெறப்பட்ட உட்கருப் பொருள்களின் உதவியால் வளர்ச்சியடைகின்றன. இந்த ஆராய்ச் சிக்குட்படுத்தப்படாத நிகழ்ச்சி மீரோகோனி (merogony) என்ற வார்த்தையால் அழைக்கப்படுகிறது. கலப்புயிர் கருவுறுதலில் விந்தணு உட்கரு தொடர்பில்லாத வேருெறு இனத்திலிருந்து இணைக்கப்பட்டால் அதற்கு ஒவ்வா விந்தணு (hertero spermic)முறை யென்று அல்லது கலப்புயிர் மீரோகோனி (hybrid merogony) என்று பெயர். மேலே விவரித்த சிறந்த கொள்கையையுடைய எடுத்துக் காட்டு இங்கே உண்மையெனக் கருதப்படுகிறது அல்லது உணரப்படுகிறது. ஒவ்வா விந்தணு மீரோகோனின் சைட்டோ பிளாசம் ஒரு இனத்தையும் உட்கரு மற்ருெரு இனத்தைச் சார்ந்த தாகவும் இருக்கிறது.

ஒவ்வா விந்தணு மீரோகோன்களில் நடத்தப்பட்ட ஆராய்ச்சி களிலிருந்து இயல்பான இனக்கலப்பு முறையில் தோன்றிய அதே இடையூறுகள் இங்கேயும் காணப்படுகின்றன எனத்தெரிய வருகிறது. கலப்புயிர் மீரோகோன்கள், தோற்றத்தில் ஒன்றுக் கொன்று மிக நெருங்கிய தொடர்பில்லாத, இரண்டு இனங்கள் இணைக்கப்பட்டால், இந்தக் கலப்புயிர் மீரோகோன்கள் குறைந்த வாழ்வைக் கொண்டிருக்கின்றன. பொதுவாக இவை விரைவி லேயே இறந்துவிடுகின்றன. கொல்லும் காரணிகளில் காணப் பட்டதைப் போலவே இந்தக் கொல்லும் தன்மை (lethality) குறிப் பிட்ட நிலையில், குறிப்பிட்ட இடத்தில் நடைபெற்றுக் கொண் டிருக்கும் வளர்ச்சிச் செயல்முறைகளை மாற்றி அமைப்பதன் மூலம், அதனுடைய பண்புகளை வெளிப்படுத்திக் கொள்கிறது. அதே நேரத்தில் மற்றைய உறுப்புகளில் மற்றைய செயல்வழி முறைகள் இயல்பான வழி முறைகளிலேயே நடைபெற்றுக் கொண்டிருப் பதைக் காணுமிடத்து வியப்பாக இருக்கிறது. மிகவும் நெருங்கிய தொடர்புடைய சிறப்பினங்களை இணைத்தால், முன்னதைவிட நல்லதொரு முடிவுகளே கிடைக்கிறது. ஆனுல், நாம் எடுத்துக் கொண்ட கருத்திற்கு இவைகளிலிருந்து கிடைக்கின்ற முடிவுகள் அவ்வளவு மகிழ்வூட்டக் கூடியதாக இல்லை. இதற்குக் காரணம் பெற்றோர்களிடையே காணப்படுகின்ற வேற்றுமைகள் வளர்ச்சி யின் இளமைக் காலத்தில் தோன்ருமல், மிகப்பிந்திய காலத்தில் தோன்றுவதேயாகும். இருந்தபோதிலும், இந்தச் சோதனைகள் குறிப்பாக கடல்அர்ச்சின்களிலும் நீர், நில வாழ்விகளிலும் நமக்குத் தேவைப்படும் சில முடிவுகளைத் தந்திருக்கின்றன. ஹோர்ஸ் டாடியஸ் (Horstadius, 1936) கடல் அர்ச்சின்களின் மீரோகோன் களை உற்பத்தி செய்வதில் பின்கண்ட முறையைக் கையாண்டிருக் கிருர். கூர்மையான ஒரு ஊசியால் முட்டையிலிருந்து உட்கருவை

உள்ளடக்கிய ஒரு சிறுபகுதியைப் பிரித்தெடுத்தார். பின் இந்த உட்கருவில்லாத முட்டைகளைக் (enucleated) கருவுறும்படிச் செய்தார். இந்த வழிமுறையில் அவர், கலப்புயிர் மீரோகோன்களை உருவாக்கினர். இந்த மீரோகோன் உற்பத்தியில் சாம்எக்கினிஸ் மைக்ரோ



படம் 30.

புளுட்டியஸ் லார்வாவின் உட்சட்டகத்தினுடைய முகட்டுக் கோல்கள்

அ. சாம்எக்கினிஸ் மைக்ரோடியுபெர்குலேட்டஸ்,

ஆ. பாராசென்டிரோட்டஸ் லிவிடெஸ்,

இ. கலப்புயிர் மீரோகோன்.

பாராசென்டிரோட்டஸ் (சைட்டோபிளாசம் + சாம்மெக்கினிஸ் மைக்ரோடியுபெர்குலேட்டஸ் (உட்கரு) சாம்மெக்கினிஸ் மைக்ரோடியுபெர்குலேட்டஸில் முகட்டுக்கோல்கள், சாம்மெக்கினிஸ் மைக்ரோடியுபெர்குலேட்டசை மிகவும் ஒத்திருக்கிறது.

டியுபர் குலேட்டஸ், பேராசென்ட்டிரோட்டஸ் லிவிடஸ் (psammechinus micro tuberculatus × paracentrotus lividus) என்ற இரண்டு விலங்குகளும் பயன்படுத்தப்பட்டன. இந்த மீரோகோன்கள் நன்ருக வளர்ந்தன. முரண்பாடில்லாத முறையில் அமைந்த

புளூட்டியஸ்கள் தோன்றின. இந்த இனக் கலப்புப் புளூட்டியஸ் களும் பெற்ருேர்களின் இயல்பான புளூட்டியஸ்களும் ஒரே வகையான அமைப்பையே கொண்டிருந்தன. ஹோர்ஸ்டாடியஸின் மிகச்சிறந்த ஆராய்ச்சிகளின் விளைவாக அவைகளுக்குள் காணப் படும் வேறுபாடுகளை வெளியுலகிற்குக் காட்டினுர். இவற்றின் சுண்ணக்கோல்களில் காணப்படும் நுண் வேற்றுமைகளிலிருந்து அவர் விந்தணு உட்கரு, இந்தச் சுண்ண உறுப்புகளில் சில மாற்ற மைவுகளைத் தோற்றுவித்திருக்கிறது என்று உறுதியாகக் கூறினுர். முன்முகட்டுக் கோல்கள் (apical rods) சாம்எக்கினிஸில் பேரா சென்டிரேட்டசைவிட, அதிக ஒழுங்கற்ற முறையில் காணப் பட்டன. மேலும் அவைகள் ஓரளவு கிளைக்கும் தன்மையையும் காட்டின. இந்தப் பண்பில், எந்த இனத்திலிருந்து விந்தணு உட்கரு பெறப்பட்டதோ, அந்த இனத்தில் இந்தப் பண்புகள் எவ்வாறு அமைந்திருந்ததோ அதேபோல் கலப்புயிர் மீரோ கோன்களிலும் காணப்பட்டன (படம் 30). இந்தப் பண்பு உட்கருக்காரணிகளால் ஆட்கொள்ளப்பட்டிருக்கிறது என்பது வெளிப்படையாயிற்று. மேலும், அவை எம் முறையில் செயல் படுகின்றன என்பதைப்பற்றிய வேறுசில செய்திகளைப் பெற வேண்டுமானுல் இதற்கு முன்னுல் கண்ட முடிவுகளை உபிஸ்ஷ் (Ubisch, 1937) கூர்நோக்குக் கருத்துகளுடன் இணைத்துப் பார்த்தால் புலனுகலாம். உபிஸ்ஷ் புளூட்டியஸ் லார்வாவின் சுண்ண உட்சட்டகம் எந்த வழிகளில் தோன்றுகின்றன என்பதைப் பற்றிய ஆராய்ச்சிகளைச் செய்துள்ளார். உட்சட்டகம் இருபடைக் கருக்கோள மீசன்கைம் (mesenchyme) செல்களால் உருவாக்கப் படுகிறது. இந்தச் செல்கள் மூலக் குடல் பகுதிக்கு (archenteron) வலது, இடதுபக்கங்களில் தொகுக்கபட்டிருக்கின்றன. இவை யாவும் ஒன்ருக இணைந்து, செல் சுவரில்லாத கூட்டாகக் காணப் படுகின்றன (syncytium). சுண்ணக்கோல் உற்பத்திக்குத் தேவைப் படுகின்ற சாதனப் பொருள்கள் செல் சுவரில்லாத செல் கூட்டு களால் சுரக்கப்படுகிறது (படம்32). இந்தச் செல்களின் சைட்டோ பிளாசத்தின் பாகுதன்மை (viscosity) சுண்ணக் கோல்களின் உருவத்தை நிர்ணயிப்பதற்கு ஒரு மிக முக்கியமான காரணியாகத் தோன்றுகிறது. சில இனங்களில் காணப்படும் குறைந்த பாகுத் தன்மை, ஒரு தனிப் பண்பாகவே இருக்கிறது. இந்தத் தன்மை மற்ற இனங்களில் வெப்ப அதிகரிப்பினுல் தோற்றுவிக்கப் படுகிறது. குறைந்த பாகுத்தன்மை, சுண்ண உட்சட்டகத்தின் கிளைக்கும் தன்மையை மிகவும் சிக்கலான ஒன்ருக மாற்றுகிறது. ஆகையால், மேலே கூறப்பட்ட மீரோகோன்களில், உட் சட்டகத்தை உருவாக்கும் செல்களின் புரோட்டோபிளாசத்தின் பாகுத்தன்மையை, மாற்றி அமைப்பதே உட்கருக் காரணிகளின்

தலையாய இயக்க விளைவுகளாக இருக்கலாம் என்று கருதப்படுகிறது. ஸ்பேர் எக்கினிஸ் (சைட்டோபிளாசம்) பேராசென்டிரோட்டஸ் அல்லது சாம்எக்கினிஸ் (sphaerechinus ♀ + paracentrotus or psammechinus ♂) உட்கரு ஆகிய இவற்றின் இணைவிலிருந்து தோன்றிய ஒவ்வா விந்தணு, மீரோகோன்களிலிருந்து (hetero spermic merogones) கவர்ச்சிகரமான முடிவுகள் உபிஸ்ஷ் (Ubisch, 1954) அவர்களுக்குக் கிடைத்திருக்கின்றன. பெரும்பாலான மீரோகோன்கள் கருக்கோள நிலைக்குமேல் வளர்வதில்லை. அப்படியே வளர்ந்தாலும், இருபடைக் கருக்கோள நிலை வரையில் வளர்கின்றன. ஒரு சில மீரோகோன்கள் புளூட்டியஸ் படிநிலையை அடைகின்றன. இந்தப் புளூட்டியஸ்களின் சட்டகம் முழுவதும் தந்தை வழியினதாகவே இருக்கிறது. அச் சட்டகங்களுடைய வெளித்தோற்றம் ஆரம்பத்தில் தந்தையைப் போன்றிருக்கிறது. ஆனால் புளூட்டியஸின் வயது அதிகமாக அதிகமாக, தாய்வழித் தோற்றம் அதிகமாகிக்கொண்டே சென்று முடிவில் தாய்வழிப் பண்புகளே மேலோங்கி நிற்கின்றன. புற அடுக்கின் வளர்ச்சி வீதம், தாய்க் காரணிகளால் நிர்ணயிக்கப்படுகிறது. ஆகவே, சைட்டோபிளாசக் காரணிகள் என்பது வெளிப்படையாகிறது.

நீர், நில வாழ்விகளில், மீரோகோனி வளர்ச்சி பல முறையில் தோன்றும்படி செய்யலாம். ஜி. மேலும் பி கெர்ட்விக் (G and P. Hertwig) மீசோதோரியம் (mesothorium) என்பதைக் கொண்டு, முட்டைகளின் உட்கருவைக் கதிரேற்றம் பெறும்படிச் செய்து அவற்றைக் கொன்றார்கள். இந்த முட்டைகளை இயல்பான விந்தணுவுடன் கருவுறும்படிச் செய்தார்கள். வேறொரு முறையில் முட்டையின் உட்கருவை ஒருசிறு நுண்ணிய பிப்பெட்டின் (pipette) உதவியால் நீக்கி விடலாம். அடிக்கடி மற்றொரு செயல் முறையும் கையாளப்படுகிறது. இந்தச் செயல் முறையில் கருவுறுதல் நடைபெற்றவுடன் உரோமத்தினால் முட்டை இரண்டாகப் பிளவுபடும்படி ஒரு இறுக்கத்தைத் தோற்றுவிக்கிறார்கள். இவ்வாறு இறுக்கம் தோன்றும்பொழுது, கருவுற்ற முட்டையின் ஒரு பகுதி முட்டையின் உட்கருவையும், அடுத்த பகுதி விந்தணுவின் உட்கருவையும் கொண்டதாக அமைகிறது. விந்தணுவைக் கொண்ட பகுதி மீரோகோனி முறையில் வளர்கிறது. ஒத்த விந்தணு மீரோகோன்கள் (homospermic merogones) அதாவது, இந்த மீரோகோன்களின் முட்டைச் சைட்டோபிளாசம் எந்த இனத்தைச் சார்ந்ததாக இருக்கிறதோ அதே இனத்தைச் சார்ந்த விந்தணு உட்கரு பயன்படுத்தப்படுகிறது. முரண்பாடில்லாத வழியில் தோன்றிய

மீரோகோன்கள் மாறுபாட்டைந்து, முடிவில் முரண்பாடில்லாத வளர்கருவாகத் தோன்றுகிறது. ஒவ்வா விந்தணு மீரோ கோன்கள், டிரைட்டான் (triton) இனங்களுக்குள் தோன்று கின்றன. இந்த இனம் நியூட் இனத்தைச் சார்ந்தது. இந்த இனங்களிடையே தோன்றிய ஒவ்வா விந்தணு மீரோகோன் களின் தோற்றத்தில் இடம்பெற்ற விலங்குகள் ஒன்றுக்கொன்று தொடர்பில்லாமலிருந்தால் வளர்ச்சி இளநிலையிலேயே நிறுத்தப் பட்டுவிடுகிறது. எப்படியும் பெற்றோர் இனங்களுக்கிடையில் காணப்படும் வேறுபட்ட பண்புகள் தோன்றுவதற்கு முன் படி நிலையிலேயே வளர்ச்சி நின்றுவிடுகிறது (Baltzer, 1920). இந்தக் காரணத்திற்காக இந்த மீரோகோன்கள் நாம் விளக்க எடுத்துக் கொண்ட பிரச்சனைக்குத் தீர்வு காணத் துணைபுரிவதில்லை. ஆன போதிலும் டிரைட்டான் பால்மேட்டஸ் (triton palmatus), சைட்டோபிளாசமும் டிரைட்டான் கிரிஸ்டேட்டஸ் (triten cristatus) உட்கருவுக்கும் இடையில் தோன்றிய மீரோகோன்களில், எல்லாத் திசுக்களும் ஒரே அளவுக்குச் சேதப்படுத்தப்படவில்லை. இருந்த போதிலும் மீரோகோன்கள் இளநிலையிலேயே இறந்து விடுகின்றன. தலைப்பகுதி மீசன்கைம் செல்களும் இறக்கின்றன. தசைகள், நரம்புத் திசுக்கள், போன்ற திசுக்கள் மாறுபாடடைய முடியாத நிலையில் இருக்கின்றன. தோல், புறப்படை, இதயம், முதுகுத்தண்டு, முன்குடல், முன்நெஃப்ரான்கள் போன்றவைகள் வெளித்தோன்றுமளவுக்குச் சேதப்படுத்தப்படவில்லை. உட்கரு வுக்கும், வெவ்வேறு இனத்தின் சைட்டோபிளாசத்திற்கும் இடையில் காணப்படும் எதிர்ப்பு (antagonism) எல்லாப் பாகங் களிலும் சமபலம் கொண்டதாக வெளிப்படையாகக் காணப் படவில்லை. அதிலும் குறிப்பாக எங்கே செல்கள் ஓரளவு மாறு பாடடைய வேண்டுமோ அந்த இடத்திலும் காணப்படவில்லை. உட்கருக் காரணிகளின் தூண்டுதல் (activation) வளர்கருவின் வெவ்வேறு பாகங்களில், வெவ்வேறு காலங்களில், தோன்று கிறது என்பதற்கு இதுவும் ஒரு அறிகுறியாக இருக்கிறது. தொடர்புள்ள டிரைட்டான் இனத்தில் இந்த உட்கருக் காரணிகள் சிறிதளவு சமமாகவும், சிறிதளவு வேறுபட்ட தாகவும் இருக்கலாம். மாறுபாடடைதல் நடந்து கொண்டி ருக்கும் காலம் முழுவதும் உட்கருக் காரணிகள் தூண்டப் படாமலிருந்தால், இயல்பான மாறுபாடடைதல் (differentation) நடைபெற முடியும். ஆகவே, இவ் வழியே தாய்வழிக் காரணி களும் தூண்டப்படாமலிருந்தால், சைட்டோபிளாசத்திற் கேற்றவாறு மாறுபாடடைதல் தோன்றுகிறது. இரண்டு இனங்களில் காணப்படும் காரணிகள் வேறுபடுகின்றன. இவ்வாறு வேறுபட்ட காரணிகள் தூண்டப்படும்பொழுது,

முரண்பாடுகள் தோன்றுகின்றன. இந்த முரண்பாடுகளைப் பெற்ற செல்கள் முடிவில் இறக்கின்றன. ஹேட்ரான் (Hadron) மீரோகோன்களின் சேதப்படுத்தப்படாத திசுக்களை, இயல்பான வளர்கருவில் மாற்றி ஒட்டுதல் முறைப்படி (grafting) வெகு காலம்வரை உயிருடன் இருக்குமாறு செய்தார். இங்கே இவை இயல்பான வழியில் வேறுபாடடைந்தன. சில வற்றில் இந்த மீரோகோனின் தோல் புறப்படையை, டிரைட்டான் அல்பெஸ்டிரியஸ் (triton alpestris) வளர்கருவில் மாற்றி ஒட்டியபொழுது ஹோஸ்டு அல்லது விருந்தோம்பி வளர்உருமாற்றம் அடைந்தபிறகும் கெடாமல், அதே நிலையி லேயே இருந்தது. இதற்கிடையில், இந்தத் திசுக்களின் தனிப் பண்புகள் வெளித்தோன்றின. அந்தத் தனிப்பண்புகள் எந்த இனம் சைட்டோபிளாசத்தை வழங்கியதோ அதனுடைய சைட்டோபிளாசப் பண்புகளையே ஒத்திருந்தது. அதாவது டிரைட்டான் பால்மேட்டஸ் (triton palmatus) சைட்டோபிளாசப் பண்புகளையே ஒத்திருந்தது. டிரைட்டான் கிரிஸ்டேட்டஸ் (triton cristatus) உட்கருவின் தனிப்பட்ட மாற்றி அமைக்கும் தன்மை இங்கே காணப்படவில்லை.

மேலே குறிப்பிட்ட சோதனைகளுடன் ஒப்பிடக்கூடிய பல சோதனைகளை டால்டன் (Dalton, 1946) அமெரிக்க நாட்டு நியூட் இனங்களான, டிரைட்டியூரஸ் ஃப்டோரோசஸ் (triturus torosus), டிரைட்டியூரஸ் சிமிலன்ஸ் (triturus similans), டிரைட்டியூரஸ் ரிவு லாரிஸ் (triturs rivularis) ஆகியவற்றில் நடத்தினர். இந்த மூன்று இனங்களும் டிவிட்டி (Twitty) என்பவராலும் சோதனைக்குப் பயன்படுத்தப்பட்டிருக்கின்றன. இங்கேயும் கூட, கலப்புயிர் மீரோகோன்கள் இள நிலையிலேயே இறந்து விடுகின்றன. அதாவது வண்ண அமைப்பில் காணப்படும் தனிப்பட்ட வேறு பாடுகள் வளர்ச்சியுறுவதற்கு முன்பே இறந்து விடுகின்றன. ஆனால், வண்ணச் செல்களின் முதல் மூலத்தை இள நிலையிலேயே பிரித்து இயல்பான வளர்கருவில் பொருத்தும் செயல்முறை மூலமாக, இந்த முதல் மூல வண்ணச் செல்களை வெகுகாலம் வரை உயிரோடு இருக்கும்படி செய்யமுடிகிறது. வண்ணத்தின் மாதிரி அமைவு, வண்ணச் செல்களின் உரிமைப் பொருள்களைச் சார்ந்தே இருக்கிறது. இது முக்கியமாக உட்கருக் காரணி களாலேயே நிர்ணயிக்கப்படுகிறது என்பதை டால்டன் (Dalton) கண்டார். இருந்தபோதிலும், சைட்டோபிளாசமும் ஓரளவு மாற்றி அமைக்கும் தன்மையைக் கொண்டுள்ளது என்பதையும் அவர் கண்டார்.

முடிவில், பால்ட்ஷர் (Baltzer, 1947) சோதனைகளைப்பற்றி இங்கே கூறவேண்டும். இவர் கருப்பு, வெள்ளை அக்சோலாட்டல்கள் (axolotls) இரண்டிற்கிடையில் தோன்றிய மீரோகோனிக் கலப்புயிர்களின் வண்ணத்தைப்பற்றி ஆராய்ச்சிகள் செய்துள்ளார். இந்த இரண்டு வமிசங்களுக்கிடையிலுள்ள வண்ணத்தின் வேறுபாடுகள் ஒரு தனி ஜீனல் தோற்றுவிக்கப்படுகிறது. கருப்பு நிறத்திற்குரிய ஜீன் ஓங்கு ஜீனகவும் (dominant) வெள்ளை நிறத்திற்குரிய ஜீன் ஒடுங்கு ஜீனகவும் (recessive) இருக்கின்றன. இந்தப் பண்பு நிறமிச் செல்களைச் சார்ந்திருக்கவில்லை. ஆனல், இந்த நிறமிச் செல்களை மூடிக்கொண்டிருக்கும் புற அடுக்கைச் சார்ந்து இருக்கிறது. கருப்பு ஆக்ஸோலாட்டலில் புற அடுக்கு ஒருவகைப் பொருளைச் சுரக்கிறது என்று கருதப்படுகிறது. இந்தப் பொருள் உண்மையில், ஆக்ஸிடேசாக இருக்கலாம் என்றும் கருதப்படுகிறது. இந்தக் கொதி நிறமிச் செல்கள் மெலானின் (melanin) என்ற வண்ணப் பொருள் தோன்றுவகற்குத் தேவைப்படுகிறது. வெள்ளை ஆக்ஸோலாட்டலில், ஆக்ஸிடேஸ் என்ற பொருள் தோன்றுவது குறுக்கப்பட்டிருக்கலாம். டியுசேனின் (Dushane, 1935) இந்தக் கொள்கைதான் இப்பொழுது நடைமுறையில் இருந்து வருகிறது கருப்பு ஆக்ஸோலாட்டல் சைட்டோபிளாசத்தையும், வெள்ளை ஆக்ஸ்சோலாட்டல் உட்கருப் பொருள்களையும் கொண்ட மீரோகோன்களில் வெள்ளைச் சாதியைச் சார்ந்த வண்ண அமைப்பையே கொண்டிருக்கிறது என்பது பால்ட்ஷர் (Baltzer, 1947) சோதனைகளிலிருந்து தெரியவருகிறது. இந்த மீராகோன்களின் தோல் பகுதியை இள நிலையிலேயே வெட்டியெடுத்து, கருப்புநிற ஆக்ஸ்ஸோலேட்டலில் மாற்றிப் பொருத்தப்பட்டபொழுதும் வெள்ளை நிறச் சாதியின் வண்ண அமைப்பைக் கொண்டிருந்தது. அந்த வகையில் தோலின் வண்ண அமைப்பு, புற அடுக்கின் தன்மையையே பொருத்திருக்கிறது. புற அடுக்கின் தன்மையையும் அமைப்பையும் உட்கருக் காரணிகள் நிர்ணயிக்கின்றன.

ஒவ்வா விந்தணுக் கலப்புயிர் மீரோகோன்களில் நடத்தப்பட்ட இந்தச் சோதனைகளை ஒன்ருேடொன்று ஒப்பிட்டுப்பார்த்து அதிலிருந்து இளநிலையில் மாறுபாடடையும் தன்மையில் உட்கருவும் சைட்டோபிளாசமும் இன்னின்ன வழியில் செயலாற்றுகின்றன என்பதையே காட்டுகிறது. தனிப்பட்ட பண்புகள் சில சமயங்களில் சைட்டோபிளாசத்தால் நிர்ணயிக்கப்படுகின்றன. சில சமயங்களில் உட்கருவால் மட்டும் நிர்ணயிக்கப்படுகிறது.

இன்னும் சிலவற்றில் உட்கருவும், சைட்டோபிளாசமும் இணைந்து செயல் படுகின்றன.

இங்கே விரிவாகக் கண்ட சைட்டோபிளாசக் காரணிகளின் தன்மையைப் பற்றிக் கிடைத்திருக்கின்ற செய்திகள் மிகமிகக் குறைவானதாகாவே இருக்கின்றன. சில ஆராய்ச்சியாளர்கள் சைட்டோபிளாசத்தில் துகள்கள் காணப்படுகின்றன. இவைகள் பிரிதல் மூலம் பெருகுகின்றன, சில வகையில் உட்கருவில் காணப் படும் ஜீன்களைப்போல் இருக்கின்றன என்பது போன்ற பல வகைப்பட்ட கருத்துகளை ஊகித்துக் கொண்டார்கள், அவைகள் பிடாஸ்மாஜீன்கள் (plasmagenes) என்றழைக்கப்படுகின்றன. இந்தப் பிளாஸ்மா ஜீன்களின் தோற்றமும் பெருக்கமும் ஓரளவு உட்கரு ஜீன்களிலும் ஓளரவு வெளிக் காரணிகளாலும் அடக்கி ஆளப்படுகின்றன. எவ்வாறு இருப்பினும் கடந்த காலத்திலி ருந்து இக் காலம்வரை வளர்கருவில் அவைகள் இருப்பதை அறுதி யிட்டு இறுதியாகக் கூறும்படியான சான்றுகள் இன்னும் கிடைக்க வில்லை.

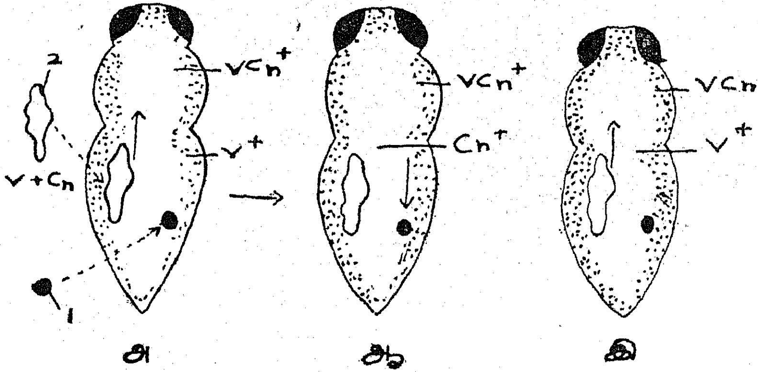
ஆகவே உட்கருக் காரணிகள், வளர்ச்சியை எந்த வழிகளில் மாற்றி அமைக்கின்றன என்பதை விளக்கும் வகையில் பின் கண்ட முடிவுக்கு வருவோம். ஏதோ ஒரு சைட்டோபிளாசம் குறித்த காலத்திற்குமுன் நடைபெற்ற வேதியியல் வழி வேறு பாடுகளின் பலனாக அத்தகைய கூட்டமைப்பைக் கொண்டு உட் கருவிலுள்ள ஏதோ ஒரு ஜீனை அது செயற்படுத்த முடியும். பின்னுல் இந்த ஜீன்களுக்கும் சைட்டோபிளாசக் காரணிகளுக்கு மிடையில் ஒரு செயல் விளைவு நடைபெறுகிறது. இந்தச் செயல் விளைவின் காரணமாகச் சில பொருள்கள் உற்பத்தி செய்யப்படு கின்றன. இவ்வாறு உற்பத்தி செய்யப்பட்ட பொருள்கள் மற்றைய வளர்ச்சிச் செயல் முறைகளை மாற்றியமைக்கின்றன. இங்கே நாம் இரண்டு நிகழ்ச்சிகளைக் கண்டிப்பாகப் பிரித்து இனங்கண்டுகொள்ளவேண்டும். ஜீன்களின் செயல் விளைவினுல் தோற்றுவிக்கப்பட்ட பொருள்கள் எந்தச் செல்களில் அவைகள் உருவாக்கப்பட்டனவோ அதே செல்களில்தான் அவைகள் காணப்படும். அந்தப் பொருள்கள் இந்தச் செல்களின் வேதி யியல், இயற்பியல், புற உறுப்பமைப்பியல். உடற் செயலில் பண்புகளை மட்டும் மாற்றி அமைக்கலாம். நியூட்களின் நிறமிச் செல்களும் கடல் அர்ச்சின்களின் சட்டகத்தைக் கட்டுகின்ற செல்களும், இந்த வகைக்கு உண்மைக்கொப்பான உதாரணங் களாகும். மற்றைய எடுத்துக்காட்டுகளில், ஏதோ ஒரு ஜீனின் செல்வாக்கினுல் உருவாக்கப்பட்டப் பொருள்கள் எங்கே அவைகள் தோன்றினவோ, அந்தச் செல்களிலிருந்து இரத்தத்

தினுள் கசிந்து செல்லலாம். பின்னர் அவை உடல் முழுவதும் எடுத்துச் செல்லப்படுகின்றன. இதனுல் அவை வளர் கருவின் மற்றையப் பாகங்களையும் கூட மாற்றி அமைக்க முடியும். அவ்வகைப்பட்ட பொருள்கள் ஜீன் ஹார்மோன்கள் என்று அழைக்கப்படுகின்றன. அவைகளின் இருத்தல் மெய்பிக்கப் பட்டிருக்கின்றது. அவைகளின் செயல்கள் அறுகாலிகளில் நன்ருக ஆராயப்பட்டிருக்கிறது. பிலேஃஹி (Plagge, 1939), இஃபறுசி (Ephrussi, 1942) என்ற ஜெர்மானிய நாட்டு ஆராய்ச்சியாளர்களால் அந்திப் பூச்சி இபெஸ்டியா குஃனிநியெல்லாவில் (euphestia kuihniella) முக்கியமாக இந்தப் பிரச்சனை குறித்து விரிவான ஆராய்ச்சிகள் நடத்தப்பட்டிருக்கின்றன. பிரான்ஸ் நாட்டு ஆராய்ச்சியாளர்களாலும், அமெரிக் நாட்டு ஆராய்ச்சியாளர்களாலும் பழப்பூச்சி டிரோசோபைலா மெலனே காஸ்டரில் (Drosophila Melanogaster) ஆராய்ச்சிகள் நடத்தப்பட்டிருக்கின்றன. எது எப்படி இருந்த போதிலும், இதுபோன்ற முடிவுகள், ஒட்டுண்ணிக்குழவி காப்ரோபிராகான் ஜக்லாண்டிஸி லிருந்து (Habro Bracon Juglandis) கிடைத்திருக்கின்றன (வைட்டிங் Whiting 1932—34). அந்திப் பூச்சி பாம்பைக்ஸ் மோரி யிலும் (Bombyx Mori) இதுபோன்ற ஆராய்ச்சிகள் நடந்திருக்கின்றன. டிரோசோபைலாவையே உதாரணமாக நாம் எடுத்துக் கொள்ளலாம். ஏனென்ருல், இந்த இனத்தில் வியக்கத்தகு ஆராய்ச்சிகள் நடத்தப்பட்டிருக்கின்றன.

டிரோசோபைலாவில் இரண்டு நிலையான திடீர் மாற்றங்கள் தோன்றுகின்றன. அவை முறையே வெர்மிலியான் (vermilion) (v) என்றும் சின்னபார் (cinnabar) (Cn) என்றும் அழைக்கப்படுகின்றன. இந்த நிலையான திடீர் மாற்றங்களைக் (mutation) கொண்ட பூச்சிகளின் கண்ணின் நிறம் இயல்பான பூச்சிகளின் கண்ணின் நிறத்தைக் காட்டிலும் வெளிர் நிறமாக இருக்கின்றது. பின்னதின் கண்ணின் நிறம் கருஞ் சிவப்பாக இருக்கிறது. இந்தக் கருஞ்சிவப்பு நிறம், சிவப்பு நிறமித் துகள்களும், காவி நிறமித் துகள்களும் கூட்டமைந்து தோன்றியதொன்ருகும். காவி நிறத் துகள்கள் 'v' லும், Cn இரண்டு மியூட்டென்ட்களிலும் காணப்படுவதில்லை. இரண்டு மியூட்டென்ட்களும், ஒரு தனி ஜீனின் நிலையான திடீர்மாற்றத்தால் தோன்றுகின்றன. 'v' மியூடென்ட் கண்ணை இயல்பான விலங்கில் மாற்றி ஒட்டினுல், காட்டியல்பான விலங்கில் காணப்படும் கண்ணின் கருஞ்சிவப்பு நிறத்தைப் போலவே இங்கேயும் தோன்றியது. 'v'-ன் கண்கள் 'Cn' விலங்கில் மாற்றி ஒட்டப்பட்டால் மேலே குறிப்பிட்ட அதே நிலை இங்கேயும் காணப்படுகிறது. 'Cn' லார்வாவின் கண்கள் இயல்பான

விலங்கில் மாற்றி ஒட்டப்படும் பொழுதுகூடக் கண்கள் கருஞ் சிவப்பு நிறம் கொண்டு தோன்றுகின்றன. எது எப்படி இருந்த போதிலும், 'v' விலங்கில் மாற்றி ஒட்டப்படும் பொழுது அவை வெளிர்நிறமாக இருந்தன. இந்த முடிவுகள், கண்கள் உடம்பின் எந்தக் குறிப்பிட்ட பகுதிகளில் ஒட்டப்படுகின்றன என்பதைச் சார்ந்திருப்பதில்லை. இந்தக் காட்சியறிவுகளிலிருந்து பின்வரும் முடிவுகளைக் கொள்ளலாம். இயல்பான விலங்கின் முழு உடம்பும் Cn மியூட்டென்ட்டின் முழு உடம்பும் ஒரு காரணியைக் கொண்டிருக்கிறது. இந்தக்காரணி சாத்தியமான ஒரு பொருளாகக்கூட இருக்கலாம் என்று கருதப்படுகிறது. இந்தப் பொருள்கள் 'v' மியூட்டென்ட் கண்களின் காவி நிறமித் துகள்களைத் தோற்றுவிக்கின்றன. இந்தக் காவி நிறமித் துகள் 'v' மியூட்டென்ட்களில் காணப்படுவதில்லை என்பது வெளிப்படையாகத் தெரிகிறது. அதுபோலவே Cn கண்களில் காவிநிறத் துகள் தோன்றுவதற்குத் தேவைப்படுகின்ற காரணி, காட்டியல்பு விலங்கில் இருக்கிறது. ஆனால் 'v' அல்லது 'Cn' மியூட்டென்ட்களில் ஒன்றில் கூட அப்பொருள் காணப்படவில்லை. இயல்பான விலங்குகளில் ஏதாவதொரு உறுப்பின் செல்கள் இந்தப் பொருள்களைத் தேவைக்கு அதிகமாக உற்பத்தி செய்கின்றன என்பது வெளிப்படையாகத் தெரிகிறது. (கண்கள், மால்பிஜியன் குழாய்கள் கொழுப்பு உறுப்பு) இயல்பான விலங்கின் இந்த உறுப்புகளை, வெட்டிஎடுத்து, 'v' அல்லது 'Cn' மியூட்டென்ட்களில் மாற்றிப் பொருத்திஞல் (transplantation) காட்டியல்புடைய ஓம்புயிர் விலங்கின் கண்களின் நிறத்தையே பெற்றிருந்தன. இயல்பான விலங்கின் நிணநீர் உட்செலுத்தப்படும் பொழுதும், அதே செயலைத்தான் தோற்றுவித்தது. ஆகவே அதுவாக இருக்குமோ என்று கருதுகின்ற பொருள்கள் கண்டிப்பாக நிணநீரிலும் கூட இருந்திருக்க வேண்டும். இதன்பின் செய்யப்பட்ட ஆராய்ச்சிகள் காட்டியல்புடைய இயல்பான டிரோசோஃபைலாவில் ஒரு செயல் விளைவுச் சங்கிலி (reaction-chain) ஒன்று காணப்படுகிறது என்பதை வெளிப்படுத்துகிறது. இந்தச் செயல் விளைவுச் சங்கிலி ஒரு தனிப்பட்ட ஜீனின் செயலுக்கு உட்படுத்தப்பட்டு v + பொருள் என்றழைக்கப்படுகிற ஒரு பொருளை முதலில் தோற்றுவிக்கிறது. இரண்டாவது ஜீனின் மாற்றி அமைக்கும் செயலுக்கு உட்படுத்தப்பட்டு இந்தப் பொருள் Cn+ என்ற பொருளாக மாற்றி அமைக்கப்படுகிறது. இவ்வாறு மாற்றி அமைக்கப்பட்ட பொருள், கண்களின் இயல்பான வண்ணத்திற்கு தவிர்க்க முடியாததொன்ருக இருக்கிறது. மியூட்டென்ட்களில் இந்த சங்கிலிச் செயல்விளைவு பல இடங்களில் குறிக்கிடப்படுகிறது. வெர்மிலியானில் v + பொருள் தோன்றுவதைக் கண்

காணித்துக் கொள்ளும் ஜீன் (gene), அந்தச் செயலிலிருந்து தன்னை விடுவித்துக் கொள்கிறது. சின்னபாரில் v + பொருள் உருவாக்கப்படுகிறது ஆனல், Cn+ ஆக மாற்றுவதற்குத் தேவைப்படுகின்ற ஜீன் இல்லாத காரணத்தால் Cn + பொருளாக மாற்றப்படுவதில்லை. (படம் 31). நாம் கண்டதற்கு ஒப்பாக இப் பொருள்கள் ஏதோ ஒரு ஜீனின் மாற்றி அமைக்கும் தன்மைக்குக் கீழ்ப்பட்டு, உடம்பில் காணப்படும் ஏதோ ஒரு செல் லினுல் தோற்றுவிக்கப்படுகின்றன. பிறகு அவை குருதியின் வழியாகவோ அல்லது நிணநீரின் வழியாகவோ உடல் முழு வதும் பரப்பப்படுகின்றன. அவைகள் ஜீன் ஹார்மோன்கள் என்ற விவரணத்தைத் திருப்தி செய்கின்றன.



படம் 31.

டிரேசோஃபைலா

அ. இயல்பான விலங்கின் தடித்த உடல் (V+ + C_n), VC_n + விலங்கில் மாற்றி நடப்பட்டிருக்கிறது. இங்கே V+ பொருள்கள் சுரக்கப்படுகின்றன,

ஆ. ஓம்புயிர்த் திசுக்கள் V+ பொருள்களை C_n + பொருள்களாக மாற்று கின்றன. ஆகவே ஓம்புயுரின் கண்களும், நடப்பட்ட V+C_n கண் ணும் இயல்பான வண்ணத்தைத் தோற்றுவிக்கின்றன,

இ. அதே கண்கள் VC_n விலங்கில் மாற்றிநடப்பட்டபொழுது ஒரு செயல் வினைவும் தோன்றவில்லை. ஏனென்றுல் V+ பொருள் C_n + பொரு ளாக மாற்றப்படவில்லை.

1. V+C_n கண். 2. V+ C_n+ உடல்.

ஒரு தனி ஜீன் ஹார்மோன் வெவ்வேறுன பல வளர்ச்சிச் செயல்வழி முறைகளை மாற்றி அமைக்கலாம். இஃபெஸ்டியாவில் (ephestia) ஒரு பொருள் வளர்ச்சி வேகத்தையும், வளர் கருவின் உயிர்வாழ் தன்மையையும், கண்களின் வண்ண அமைப்

பையும், கம்பளிப்புழுவின் தோல், கம்பளிப் புழுவின் கண்களின் வண்ண அமைப்பு, மூளை, இமாகோவின் (imago) இனப்பெருக்க உறுப்புகள் போன்றவைகளை மாற்றி அமைக்கிறது. மற்றொரு புகழ்பெற்ற கண்டுபிடிப்பு என்னவென்றால் ஜீன்ஹார்மோன்கள் தனித்தன்மை கொண்டவைகளாக இருக்கவில்லை என்பதாகும். டிரோசோபைலா மெலனோகாஸ்டர் V+, Cn+ பொருள்கள் வண்ணத்துப்பூச்சி, ஒட்டுண்ணிக்குழவி போன்ற வேறு சில பூச்சி களிலும் கண்டுபிடிக்கப்பட்டிருக்கின்றன. டிரோசோபைலாவில் கண்ட சங்கிலிச் செயல்விளைவு பூச்சிகளில் வெளிப்படையாகத் தோன்றுகிறது. டிரோசோபைலாவில் இருக்கும் வெர்மிலியான் (vermilion) சின்னபார் (cinnabar) போன்ற செயலொத்த நிலை யான திடீர்மாற்றங்கள் இஃபெஸ்டியா (ephestia), கேஃப்பிரேகான் (habrobracon) போன்றவைகளிலும் இருக்கின்றன. பல ஆண்டு களாகவே அவைகள் இங்கே இருப்பதைக் கண்டறிந்திருக் கிறார்கள். ஆனால் அவைகள் வெவ்வேறு பெயர்களில் அழைக்கப் பட்டிருக்கின்றன. அதே நேரத்தில் அவைகளின் செயல்விளைவின் முடிவுகள் ஒருபொழுதும், ஒரே தன்மைத்தாக இருந்ததில்லை. இதற்குமேல் இஃபெஸ்டியாவின் (ephestia) கண்களின் நிறமித் துகள்களும், தோலின் நிறமித் துகள்களும் ஒரே அமைப்பைக் கொண்டதாக இல்லை. இருந்தபோதிலும் இரண்டு நிறமித் துகள்களின் தோற்றத்தை ஒரே ஒரு ஜீன்தான் கட்டுப்படுத்து கிறது. உண்மையில் ஜீன் பொருள்கள் நிறமித் துகள்களின் கடைநிலைத் தோற்றத்தை மாற்றி அமைப்பதில்லை. இதற்குப் பதிலாக இயல்பாக நடக்கின்ற காலத்திற்கு முன்னால் நடை பெறும் செயல்வழிகளில் ஜீன்பொருள்கள் தொடர்பை உண்டாக்குகின்றன. V+ பொருள், கைனுரென்னின் என்ற பொருளை முழுமையாக ஒத்திருக்கிறது. கைனுரென்னின் (kynu-renin), டிரிப்டோஃபேனினின்று (tryptophane) பெறப்பட்ட ஒன்றே யாகும். C+ பொருள் கைனுரென்னின் என்ற பொருளிலிருந்து பெறப்பட்ட ஒன்று. ஜீன்கள் நொதிகளைத் தோற்றுவிப்பதன் மூலமாகத் தன்னுடைய மாறுபடுத்தும் செயலைச் செலுத்துகிறது. இந்த நொதிகள் முதலில் டிரிப்டோஃபேனை மாற்றுகின்றன. டிரிப்டோஃபேன் புரத வளர்சிதை மாற்றத்தில் ஒரு பொது நடு நிலைப் பொருளாகும். டிரிப்டோஃபேன், கைனுரென்னினாக மாற்றப்படுகிறது. உடனடியாகக் கைனுரென்னின் வேறு சில பொருள்களாக மாற்றப்படுகிறது. இந்தப் பொருள்கள்தான் கண், தோல் போன்றவைகளின் நிறமித்துகள் கட்டப்படுவதற்குப் பயன்படுத்தப்படும் கட்டும் கற்களாகும். ஆகவே, இந்த எடுத்துக்காட்டில் ஜீன்ஹார்மோன் என்ற சொற்றொடர் முழுமை யாகச் சரியானதென்று கூறுவதற்கில்லை. ஏனென்றால். நாம்

எடுத்துக்கொண்ட பொருள்கள் கிரியா ஊக்கி அல்ல ; ஆனால், கட்டும் சாதனப் பொருள்கள். இச் சாதனப் பொருள்கள் வளர்ச்சி நடந்து கொண்டிருக்கும் காலம் முழுவதும் பயன் படுத்தப்பட்டுவிடுகின்றன. இந்தக் காரணத்திற்காக, எவ்விளை வில்லாத ஜீன் பொருள் (Gene substance) என்ற சொற்றொடர் இக் காலத்தில் தேர்ந்தெடுக்கப்பட்ட விரும்பக்கூடிய ஒன்றாக இருக்கிறது.

பீயடில் அவர்களும் (Beadle) அவரோடிணைந்தவர்களும் நியூரோஸ்போரா (Neurospora) என்ற காளானில் நடத்திய சோதனைகளிலிருந்து, ஆராய்ச்சிக்கு உட்படுத்தப்படாத கருத்து களுக்குத் திண்மையான பலம் கிடைத்திருக்கிறது. ஜீன்களின் முதல் மூலச்செயல் ஏதாவதொரு நொதியை உற்பத்தி செய்வது என்பதற்குத் தகுந்த சான்றுகள் கிடைத்திருக்கின்றன. அவர் களின் ஆராய்ச்சிகளின்முடிவுகள் ஒவ்வொரு ஜீனும் ஒரு குறிப் பிட்ட நொதியை உற்பத்தி செய்கிறது. ஆகவே ஜீனின் நிலை யான திடீர்மாற்றம் (mutation) வளர்சிதை மாற்றச் செயல் வழி முறைகளிலுள்ள தொடர்பை இல்லாமல் செய்து விடுகிறது என்பதை எடுத்துக்காட்டுகிறது. ஆகவே ஜீன்கள் பொதுவாக வளர்ச்சியில், இந்த வழியின் மூலமாகத் தங்களுடைய மாற் றும் தன்மையை உட்செலுத்துகின்றன என்பது தெரிந்து கொள்ளக்கூடிய ஒன்றாக இருக்கிறது. எவ்வாறிருப்பினும் ஒரு முடிவான முடிவிற்கு வருவதற்கு முன்னால் நாம் இன்னும் இதைச் சார்ந்த பட்டியல்கள் வரும்வரை காத்திருக்கவேண்டும். கிடைத்திருக்கின்ற சான்றுகளைக்கொண்டு ஒரு நிலையான முடிவுக்கு வந்துவிட முடியாது.

6. வளர்கருவின் இடக்கிடப்பியல் தோற்றம்

(The Topogenesis of the Embryo)

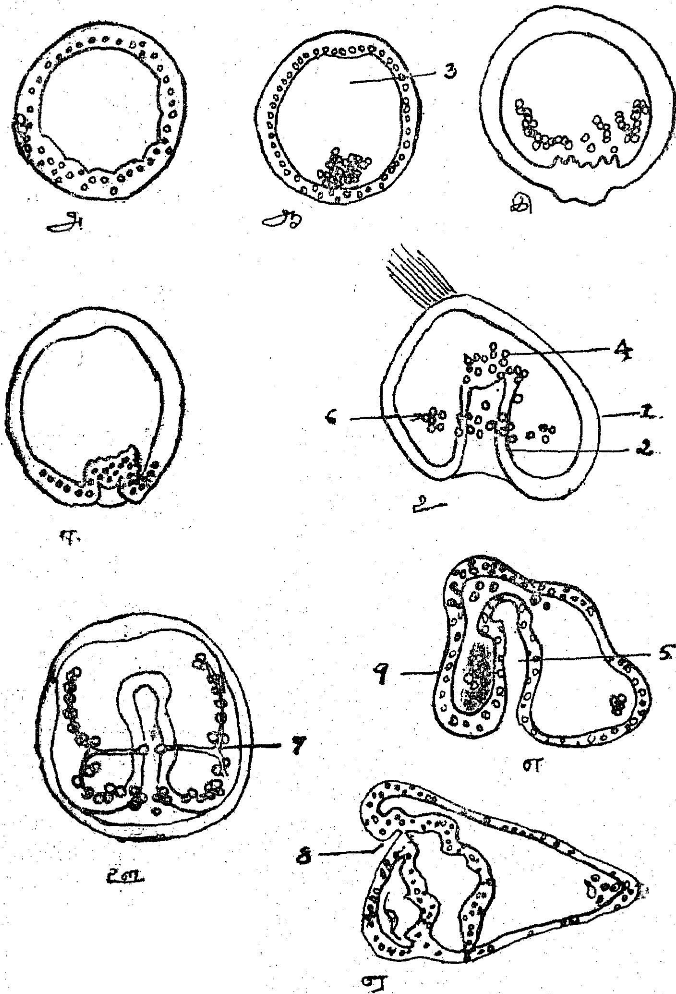
இதற்கு முன்னால் உள்ள அத்தியாயங்களில் தொடர்ச்சியான தொடர்புள்ள செயல் வழிமுறைகள் முட்டையின் ஒரே படித்தான அமைப்பை மாற்ற மிக அதிகமான அளவு இடஞ்சார்ந்த பலவான தன்மையைத் தோற்றுவிக்கின்றன என்பதைக் கண்டோம். முட்டையின் முதல் கூட்டிணைவு (co-ordinate) மண்டலம், அதனுடைய முனைத்துவம், சமச்சீர் போன்ற பண்புகளில் காட்டப்பட்டிருக்கின்றன. இந்த அமைப்புகளை நிர்ணயிக்கின்ற பொருள்கள் புறணியில் (cortex) இருக்கின்றன. இப்பொழுது சைட்டோபிளாசத்தில் தோற்றுவிக்கப்பட்ட செயல்வழி முறைகளாலும், இயற்பியல், வேதியியல் செயல்களாலும் மாற்றங்கள் தோற்றுவிக்கப்படுகின்றன. இதைத் தொடர்ந்து சைட்டோபிளாசத்தில் உள்ளீட்டு ஆக்கக் கூறுகளைத் தோற்றுவித்து அவைகள் எங்கும் பொதுப் பரவலாக இல்லாத சிலபொருள்களைத் தோற்றுவித்தன. இதனால் முட்டையின் சைட்டோபிளாசத்தின் பல்வேறு பாகங்களில் இயற்பியல், வேதியியல் வேறுபாடுகள் தோன்ற ஆரம்பித்தது. முடிவில் எங்கும் பொதுப் பரவலாக இல்லாத சைட்டோபிளாசத்தினுள் உள்ள ஜீன்கள் தூண்டப்படுவதால், அதன் விளைவாக உட்கருவிற்கும், சைட்டோபிளாசத்திற்கும் இடையில் செயல் விளைவுகள் தோன்றின. உட்கரு-சைட்டோபிளாசச் செயல் வழிமுறைகளையும், இயற்பியல், வேதியியல் வேறுபாடுகளையும் ஒன்றிணைத்தால் முட்டையின் ஆரம்பகாலத்தில் காணப்பட்ட ஒரே படித்தான (homogeneous) மண்டலம் எவ்வாறு இயற்பியல், வேதியியல் பண்புகளில் வேறுபட்ட சிறுசிறு பரப்புகளாகப் பிரிக்கப்பட்டிருக்கிறது என்பதை ஓரளவு அறிந்துகொள்ளலாம். இதனை முட்டையின் வேதியியல் வழி மாறுபாடுகள் (chemo differentation) என்றழைக்கிறார்கள்.

பொதுவாக, முட்டையின் புறத்தோற்றத்திலிருந்து வேதியியல் மாறுபாடுகள் மிகத்தெளிவாக அறிந்து கொள்ளப்படுவதில்லை. தனிச்சிறப்பு வாய்ந்த வகைகளில் அல்லது எடுத்துக்காட்டுகளில், சில நிர்ணயிக்கும் பொருள்கள் வெளிப்படையாகக் கண்ணிற்குப் புலப்படலாம். இந் நிர்ணயிக்கும் பொருள்கள் தனித்தன்மை வாய்ந்த நிறமித்துகள்களைக் கொண்டிருக்கின்றன. இவ்வாறிருந்தால் அவைகளின் இடப்பெயர்ச்சியை எளிதில் தொடர்ந்து செல்லமுடியும். எது எப்படியாயினும் சைட்டோபிளாசத்தில் நடைபெற்றுவிட்ட மாறுதல்களைச் சோதனைகள்தாம் நமக்கு உணர்த்த முடியும். கருத்தரித்தலையும், கருத்தரித்தவுடன் உடன்நிகழ்ச்சியான முதல்நிலை வேதியியல் வழிமாறுபாடுகள் நடைபெறும் செயல்வழி முறைகளையும் நம் காட்சி அறிவு மூலம் உணரமுடியும். இதைப் பிளவிப்பெருகல் (cleavage) என்றழைக்கிறார்கள். இது காரணமாக முட்டையில் தொடர்ச்சியான கூட்டுப் பொருள்கள் உள்ள சைட்டோபிளாசம் பல எண்ணுள்ள செல்களாகப் பிரிக்கப்படுகிறது. கரு முட்டையில் (zygote) காணப்படும் உட்கரு பன்முறை பிரிகிறது. இதன் முடிவில் முட்டை பல எண்ணுள்ள பிளவிப்பெருகிய செல்களைக் கொண்டதாக இருக்கிறது. இந்தச் செல்களுக்குக் கருக்கோளச்செல்கள் (blastomeres) என்று பெயர். ஒவ்வொரு கருக்கோளச் செல்லும் ஒரு உட்கருவைக் கொண்டிருக்கிறது. முதல் பிளவிப்பெருகல் தளம் தோன்றும் திசைக்கும் முட்டையின் முனைத்துவம் (polarity), சமச்சீரமைப்புக்கும் (symmetry) மிக நெருங்கிய தொடர்பு இருக்கிறது. இதை முட்டையின் ஒத்த தரமுடைய மண்டலம் (co-ordinate system) முடிவு செய்கிறது. பொது விதியாக, முதல் இரண்டு பிளவிப்பெருகல் தளங்கள் நீள் மைய மட்டத்தில் இருக்கின்றன (meridional plane). ஒவ்வொரு நீள் மைய மட்ட பிளவிப்பெருகும் தளங்கள், ஒன்றுக்கொன்று செங்கோணத்தில் அமையுமாறு தோன்றுகிறது. அதே நேரத்தில் மூன்றாவது பிளவிப்பெருகல் தளம், கிடைமைய மட்டத்தில் இருக்கிறது (equatorial plane). இதற்கு ஆஸ்காரிஸ் (ascaris) ஒரு விதிவிலக்கு. இதில் இரண்டு பிளவிப்பெருகல் தளங்கள் கிடைமைய மட்டத்தில் இருக்கின்றன. (படம் 25). இந்த இடத்திலிருந்து பிளவிப்பெருகல் பலவகையான வழிமுறைகளில் செல்லலாம். சில சமயங்களில் முட்டையில் பிளவிப்பெருகல் தளங்கள் குறிப்பிட்ட திசையில், குறிப்பிட்ட காலத்தில் ஒரே முறையில் நடைபெறுகின்றன. ஒரே இனத்தைச் சார்ந்த இரண்டு முட்டைகளின் பிளவிப்பெருகல், எந்தப்படி நிலையில் எடுத்துக்கொண்டாலும், இரண்டும் ஒன்றையொன்று ஒத்திருக்கின்றன. முட்டைகளில் பிளவிப்பெருகலின் திசை கடினமான முறையில் நிர்ணயிக்கப்பட்டிருக்கின்றன என்பது வெளிப்

படை. இதற்கு எடுத்துக்காட்டுகளாக, மெல்லுடலிகள் (mollusca), வளையத்தசையுடலிகள் (annelids) போன்றவைகளை எடுத்துக் கொள்ளலாம். இஃதன்றியும் வேறுபல எடுத்துக்காட்டுகளில் பிளவிப்பெருகல் தோன்றிய உடனேயே முறைபாடில்லாமல் காணப்படுகிறது. பிளவிப்பெருகலின் திசை, எந்த ஒரு பொது விதிகளையும் சார்ந்து தோன்றுவதில்லை. ஆகவே இதுபோன்ற முட்டைகளின் பிளவிப்பெருகல் தளங்கள் முனைத்துவம், சமச்சீரமைவு போன்றவைகளிலிருந்து விடுபட்டுத் தனித்தன்மையுடையவைகளாக இருக்கின்றன என்பது வெளிப்படையாகத் தோன்றுகிறது. மேலும் முட்டையில் நடக்க இருக்கும் செயல் வழிகளுக்கு இந்த வேறுபாடுகள் தேவையற்றதாக இருக்கின்றன. ஆகவே இவைகளை இங்கே நாம் கவனிக்காமல் ஒதுக்கிவிட முடியும்.

பிளவிப்பெருகல் நடைபெற்றுக் கொண்டிருக்கும் காலம் முழுவதும் முட்டையின் சைட்டோபிளாசம் கருக்கோளச் செல்களுக்குப் பிரித்துக் கொடுக்கப்படுகிறது. இதற்கு முன்னால் தோன்றிய வேதியியல் வழி மாறுபாடுகளினால், வெவ்வேறு கருக்கோளச் செல்களின் சைட்டோபிளாசம் இயற்பியல், வேதியியல் வேறுபாடுகளைக் கொண்டதாக இருக்கிறது. இந்த வேதியியல் வழி மாறுபாடுகள் வெவ்வேறு செல்களிலுள்ள வெவ்வேறு ஜீன்களைத் தூண்டுவதால் உட்கருக்காரணிகளின் செயல் மெய்யாக்கப்படுவதை எப்படி மாற்றியமைக்கின்றன என்பதை முன்பே கண்டோம். இதன் விளைவாக வளர்ச்சி ஆற்றலில் (developmental potency) வேறுபாடுகள் எவ்வாறு தோன்றுகின்றன என்பதையும் விரிவாக விவாதித்துள்ளோம். வேறு முறையில் சொல்லவேண்டுமானால் மூலம் (germ) வெவ்வேறு ஆற்றலைக்கொண்ட இக்கட்டான செல் தொகுப்புகளாக இப்பொழுது வளர்ந்திருக்கிறது. இப்பொழுது வளர்கரு (embryo) தோன்றுவதற்குத் தேவையான சூழ்நிலை இந்தச் செயல் விளைவுகளால் உண்டாக்கப்படுகின்றன. இந்தச் செயல் விளைவின் முடிவில் தோன்றுவது வளர்கரு. இதற்குக் கருவாக்கம் (embryogenesis) என்று பெயர். இது இரண்டு படிநிலைகளைக் கொண்டிருக்கிறது. முதலாவது படிநிலைக்கு உருவம் (form) அல்லது இடக்கிடப்பியல் தோற்றம் (topogenesis) என்றும் இரண்டாவது படிநிலைக்குத் திசுக்கள் மாறுபாடடைதல் அல்லது திசுத்தோற்றம் (histo genesis) என்றும் பெயர்.

இடக்கிடப்பியல் தொடர்ந்து வரிசையாக இடம் பெயர்ந்து செல்லும் இடப்பெயர்ச்சி செயல் விளைவுகளைக்கொண்டு இருக்கிறது. இதன் மூலமாகச் செல்கள் இடம் பெயர்ந்து செல்



படம் 32.

சாம்மெக்கினிஸ் மைக்ரோடியுபெர்குலேட்டஸின் இயல்பான வளர்ச்சி

அ. இளநிலை லார்வா,
ஆ. இ. மூலாதார மீசன்கைம் உருவாதல்,
ஈ. மூலக்குடலின் உட்பிதுக்கம் ஆரம்பம்,
உ. இருபடைக் கருக்கோளம்,
இடப்பக்கத்துத் துணைநிலை மீசன்கைம் உருவாகிறது.
ஊ. முதிர்ந்த இருபடைக் கருக்கோளம்,
[முதுகுப் பக்கம் பார்வை]
உட்சட்டகம் உருவாதல்.

கின்றன. இது உடலின் வருங்கால வாழ்வுக்குரிய திசுக்களை ஒழுங்கான அமைப்பு முறையில் உரிய இடங்களுக்குக் கொண்டு வருகின்றன. இந்த அசைவுகள் பல்வேறுபட்ட முறையில் நடைபெறலாம். இந்த வேறுபட்ட முறைகள் முறையே மடிதல் (folding), உள்மடிதல் (invagination) அல்லது இடமாற்றம் (shifting) போன்றவைகளாகும். இது நடைபெற்றுக் கொண்டிருக்கும் பொழுது முறையே செல்களின் தொகுப்போ அல்லது பிரித்தெடுக்கப்பட்ட செல்களோ மேற்கண்ட முறைகளில் பங்கு கொள்ளலாம்.

மிகப் பெரும்பாலான முட்டைகளில் பிளவிப்பெருகல் நடைபெற்றவுடன் செல்களின் இடப்பெயர்ச்சி ஓங்கி நிற்கின்ற காலம் நேரடியாகத் தோன்றுகிறது. இதுவரை முட்டை செயலற்ற ஒன்றுகவே இருந்திருக்கிறது. பிளவிப்பெருகல் ஒன்று தான் முட்டையில் வெளித்தெரியும்படியான சில செயற்பாடுகளை நடைபெற வைக்கின்றது என்பதை உணர்த்தி நிற்கின்றது. இப்பொழுது எது எப்படியாயினும் வளர்கருவின் தோற்றத்தில் அல்லது உருவாக்கத்தில் விழிப்புணர்ச்சி பெற்று இடம் பெயர்ந்து செல்லும் செல்கள் கருவளர்ச்சி முழுவதும் தங்களுடைய உண்மையான செயலைச் செய்கின்றன. அச் செல்களின் முக்கிய செயல் வளர்கருக்களைத் தோற்றுவிப்பதே யாகும். பிளவிப்பெருகல் நடைபெற்றவுடனேயே இடக்கிடப்பியல் (topogenetic) என்ற புலன்குறித்த செயல்கள் பல நடைபெறுகின்றன. இந்த இடக்கிடப்பியல் நிகழ்ச்சிகள் முழுவதையும் இருபடைக் கருக்கோளமாக்கல் (gastrulation) என்றழைக்கிருர்கள். பிளவிப்பெருகல் இதற்கு முன்பே உள்ளிடம் கொண்ட முதல் மூலம் ஒன்றைத் தோற்றுவித்திருக்கிறது. இதற்குக் கருக்கோளம் (blastula) என்று பெயர். இருபடைக் கருக்கோளமாக்கல் நடைபெற்றுக்கொண்டிருக்கும் காலம் முழுவதும் செல்களின் இடப்பெயர்ச்சி ஒரு படிநிலையை அடையும் காலத்திற்கு முன்பே வருங்கால வளர்கருவின் முக்கியமான ஆக்கக்கூறுகள் தோன்றியுள்ளதைக் கண்டறிய முடியும். இரண்டு விலங்குகளின் தொகுப்பில் இருபடைக் கோளமாக்கல் செயல் வழிமுறைகளைப்பற்றி இங்கே விரிவாக விவாதிப்போம். நமது ஆராய்ச்சிக்குக் கடல் அர்ச்சின்கள், நீர் நில வாழ்விகள் ஆகிய இரண்டு

எ. மூலக்குடல் வயிற்றுப் பக்கத்தை நோக்கி வளைகிறது,

ஏ. வாய் உருவாக்கப்படல்.

1. புறஅடுக்கு, 2. அக அடுக்கு, 3. கருக்கோளக்குழி, 4. மூலாதார மீசன்கைம், 5. மூலக்குடல், 6. இடப்பக்க மீசன்கைம், 7. உட்சட்டகம், 8. வாய், 9. இருபடைக் கருக்கோள்.

விலங்குத் தொகுப்புகளை எடுத்துக் கொள்வோம். இந்த வழி முறைகளைப்பற்றிய ஆராய்ச்சிகளில் வளர்கருவின் உடற் செயலியல் பண்புகள் பயன்படுத்தப்படுகின்றன.

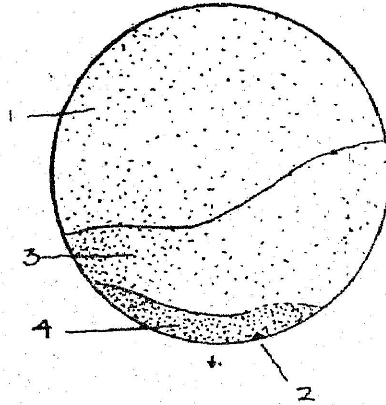
பிளவிப்பெருகலின் முடிவில் கடல் அர்ச்சினின் மூலம் (germ) ஒரு செல் அடுக்கைக் கொண்ட பை போன்ற தோற் றத்தை உடையதாக இருக்கிறது (படம் 32 அ). கருவுணவுத் துருவச் செல்கள் கருவளர் துருவச் செல்களைக் காட்டிலும் சற்றுப் பருமனாக இருக்கின்றன. கருவளர் துருவச் செல்களின் நுண்ணிழைகள் நீளமாகவும் கடினமாகவும் இருக்கின்றன. கருவுணவுத் துருவச் செல்களின் நுண்ணிழைகள் குட்டையா யும், அசையும் தன்மையினையும் கொண்டிருக்கின்றன. இரு படைக் கருக்கோளமாக்கலில் கருக்கோளத்தில் கருவுணவுத் துருவத்தில் தோன்றும் ஒரு உட்பள்ளம் அதன் ஆரம்பத்தைக் காட்டி நிற்கிறது. இந்த இடத்திலுள்ள செல்களில் ஒருசில செல்கள் புற அடுக்கு எபித்தீலியத்தின் (epithelium) செய் வினைகளிலிருந்து தங்களைப் பிரித்துக்கொண்டு கருக்கோளக் குழியினுள் செல்கின்றன. இவ்வாறு சென்ற செல்கள் முதல் மூல மீசன்கைம் என்றழைக்கப்படுகின்ற ஆக்கக் கூறுகளாக ஆகின்றன (primary mesenchyme). ஆரம்ப காலத்தில் கரு வுணவுத் துருவத்தில் காணப்பட்ட உட்குழி ஆழம் குறைவாக வும் ஆனால் சிறிது சிறிதாக உட்செல்வதால் ஆழம் அதிகமாகி மூலக்குடல் (archenteron) உருவாக்கப்படுகிறது (படம் 32 ஈ, உ). மூலக்குடலை வெளியுலகோடு தொடர்புடையதாக்கும் துவாரத் திற்குக் கருக்கோளத் துவாரம் (blastopore) என்று பெயர். மூலக் குடலின் சுவரில் காணப்படுகின்ற செல்களுக்கு அக அடுக்குச் (endoderm) செல்கள் என்று பெயர். கருக்கோளத்தின் புறப் பரப் பில் அமைந்திருக்கும் செல்கள் புறஅடுக்குச் (ectoderm) செல்கள் என்றழைக்கப்படுகின்றன. கருக்கோளத்தின் விட்டத்தின் அள விற்கு மூன்றிலொரு பங்கு நீள அளவுக்கு மூலக்குடல் வளர்ந்த வுடன் மூலக்குடலின் முன்முனையிலிருக்கின்ற ஏதோ சில செல்கள் நீளமான மெல்லிய நுண்ணிழைகள் போன்ற போலிக் கால்களைத் தோற்றுவிக்கின்றன (pseudopodia). இவைகள் கருவளர் துருவத் தில் இருக்கின்ற புற அடுக்கின் உட்பரப்பைத் தொடும்படியாக ஒட்டிக் கொள்கின்றன. இந்த நுண்ணிழைகளின் அல்லது போலிக் கால்களின் சுருக்கத்தால் மூலக்குடலின் முன்முனை கருவளர் துரு வத்தை நோக்கி இழுக்கப்படுகிறது. அதே நேரத்தில் நுண்ணிழை களைக் கொண்ட செல்கள் மூலக்குடலின் சுவரிலுள்ள எபித்தீலியத் திலிருந்து தங்களை விடுவித்துக்கொண்டு இவற்றிற்கு இடையி லுள்ள குழியில் வந்தமைகின்றன. இவைகள் துணை மீசன்

கைம் (secondary mesenchyme) செல்களைத் தோற்றுவிக்கின்றன (படம் 32 உ).

ஆரம்பத்தில் மூலக்குடல் நேராக இருக்கிறது. பின் நுனிப் பகுதி வளைந்து புற அடுக்கோடு தொடர்பு ஏற்படுத்திக் கொள் கிறது (படம் 32 எ, ஏ). இந் நிலையில் ஸ்டோமோடியம் (stomodium) அல்லது வாய்க்குழிப்பகுதி புற அடுக்கிலிருந்து உள்ளிழுக்கப் படுகிறது (invagination). புற அடுக்கிலிருந்து தோன்றிய உள்ளிழுத்தல் மூலக்குடலை நோக்கி வளைந்து பின் தொடர்பு ஏற்படுத்திக் கொள்வதால் தெளிவான எல்லைகளையுடைய வாய் தோன்றுகிறது. மூலக்குடல் (archenteron), உணவுச் செரிமான அடிக் குழாயாகவும் (gut), கருக்கோளத்துவாரம் (blastopore) மலப்புழையாகவும் உருவாகத் தொடங்குகின்றன. முட்டையின் சமச்சீரமைவு முன்பே தோன்றியிருந்த போதிலும் இதுவரை வெளிப்படுவதில்லை. ஆனால், இச் செய்முறை வழிகளில் உள்ளார்ந்து கிடக்கின்றன. வளர்கரு இப்பொழுது இரு சமச் சீரமைப்பைக் கொண்டிருக்கிறது. வாய் வளர்கருவின் வயிற்றுப் பக்கப் பகுதியில் (ventral side) தோன்றியிருக்கிறது. இதற்கு எதிர்த்திசை முதுகுப்பக்கத் திசையாகும் (dorsal). முதல்நிலை (primary) மீசன்கைம் செல்கள் உணவுச் செரிமான அடிக் குழாய்க்கு வலது, இடது பக்கங்களில் இரண்டு தொகுப்பு களாகக் குவிகின்றன. இந்த இரண்டு செல் திரள்களினால் எப்படி உட்சட்டகம் தோற்றுவிக்கப்படுகிறது என்பதை முன்பே கண்டுள்ளோம் (படம் 32 ஊ). உட்சட்டகத்தின் (skeleton) சுண்ணக்கோல்கள் அதனுடைய நீள அதிகரிப்பில் அதிவேகமாகவே இருக்கின்றன. இந்தக் கோல்கள் வேகமாகப் புற அடுக்குடன் தொடர்பு கொள்கின்றன. இவ்வாறு சுண்ணக் கோல்கள் தொடர்பு கொண்ட புற அடுக்கு, வெளிப் புடைப்புகளைத் தோற்றுவித்துக் ‘கைகள்’ என்று அழைக்கப் படுகின்ற கைகளை உருவாக்கிக் கொண்டிருக்கின்றது. இந்த வழிமுறையில் கருக்கோளம், இருபடைக் கருக்கோளநிலை வழி யாகச் சென்று புளூட்டியஸ் லார்வா நிலையை அடைகிறது. இந்த லார்வா கடல் அர்ச்சின் இனத்திற்குத் தனிச்சிறப்புடைய தாகவும், எல்லா மண்டலங்களின் மூலமுதல்களை (primorida) உள்ளடக்கிக் கொண்டிருக்கிறது (படம் 10, 11, 15, மேலும் 29). இந்த வளர்ச்சி மடித்தல், உள்ளிழுத்தல் இட மாற்றம் போன்ற தொடர்ச்சியான செயல்வழி முறைகளால் ஏற்படுத்தப்பட்டிருக்கிறது.

நீர், நில வாழ்விகளில் இருபடைக் கருக்கோளமாதல் மிகவும் சிக்கல் நிறைந்ததாக இருக்கிறது. பிளவிப் பெருகலின்

முடிவில் தோன்றும் கருக்கோளம் பல அடுக்குச் சுவர்களைக் கொண்டதாக அமைந்திருக்கிறது. இதனுடைய கருக்கோளக் குழி (blastocoel) கருவளர் துருவத்திற்கு அண்மையில் அமையாமல் முட்டையின் மையத்தில் அமைந்திருக்கிறது. இம் முனையில் கருக்கோளக்குழி சிறிய செல்களாலான பல அடுக்கு களால் சூழப்பட்டிருக்கிறது; அப்படியிருக்கக் கருக்கோளக்குழியின் அடிப்பகுதி அல்லது தரைப்பகுதி அதிக அளவு யோக்கைக் கொண்டு அளவில் பெரிதாக்கப்பட்ட செல்களினுல் உருவாக்கப்பட்ட பல அடுக்குகளால் சூழப்பட்டிருக்கிறது(படம் 34 அ).



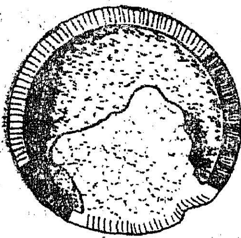
படம் 33

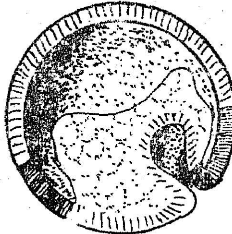
நீர், நில வாழ்வியின் கருக்கோளம்

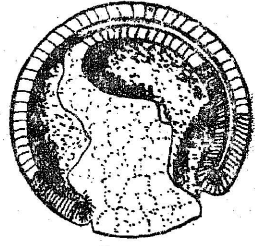
1. கருவளர் துருவச் செயலெல்லை
2. கருக்கோளத் துளைப் பள்ளம்
3. ஓரத்துக்குரிய மண்டலம்
4. கருவுணவுத்துருவச் செயலெல்லை.

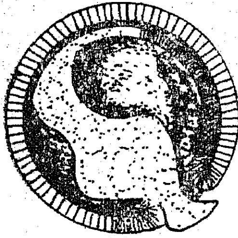
செல்களின் வடிவளவு (size) படிப்படியாகக் கருவளர் துருவத்திலிருந்து கருவுணவுத் துருவத்தை நோக்கிக் கூடிக் கொண்டே செல்கிறது. இதுபோலவே அந்தச் செல்களினுள் காணப்படும் யோக்கின் அளவும் கருவளர் துருவத்திலிருந்து கருவுணவுத் துருவத்தை நோக்கி அதிகமாகிக் கொண்டே செல்கிறது. பலவகையான நீர், நில வாழ்விகளின் கருக்கோளத்தில் (blastula) முட்டையின் சமச்சீரமைப்பை அறிவுக் கூர்மையோடு நோக்கினுல் அது இருப்பதைக் காணமுடியும். முட்டை கருத்தரித்த ஒருசில காலத்திற்குள் தோன்றிய 'சாம்பல் அரைப்பிறை' (grey crescent) இன்னும் காணப்படுவதாலேயே அதனுடைய சமச்சீரமைவு அறியப்படுகிறது.

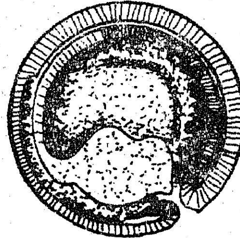
இச் சாம்பல் அரைப்பிறை முட்டையின் முதுகுப் புறத்தைக் குறிக்கிறது.

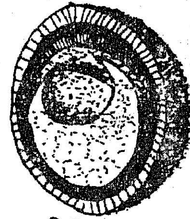

அ

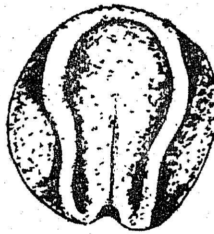

ஆ

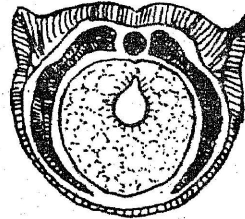

இ


ஈ


உ


ஊ


எ


ஏ

படம் 34.

நீர், நில வாழ்வியல் இருபடைக் கருககோளாக்கம்,

அ. கருக்கோளம் மைய நெடுவரையூடான தளத்தின் வழியாக இரண்டு துண்டுகளாக்கப்பட்டிருக்கிறது,

1. பரும்புள்ளிகள்-கருவளர் துருவச் செயலெல்லை,
2. மிகச்சிறிய புள்ளிகள்-ஓரத்துக்குரிய மண்டலம்,
3. செல்களின் உருவரை கருவுணவில் காட்டப்பட்டிருக்கிறது,
4. கருக்கோளத் துளையின் பள்ளம் (வலப்பக்கம்),

இங்கேயும் பிளவிப்பெருகல் நடைபெற்றவுடன், பலவழிகளில் நடைபெறுகின்ற குளறுபடியான செல்களின் இடப்பெயர்ச்சி தோன்றுகிறது. இதன் விளைவால் வருங்கால வாழ்விற்குரிய உறுப்புகளின் செல்பொருள்களை அவைகளுக்குரிய இடத்தை நோக்கி மாற்றுகிறது. இந்த இக்கட்டான செயல் முறைகளைத் தெளிவுபட விளக்கவேண்டுமாயின் கருக்கோளத்தின் மேற்பரப்பை இரண்டு கற்பனைக் கோடுகளால் மூன்று பகுதிகளாகப் பிரிக்கவேண்டும். அவையாவன, (அ) மார்ஜினில் சோன் அல்லது 'ஓரத்துக்குரிய மண்டலம்' (marginal zone): இது முட்டையின் கருவுணவுத் துருவப் பாதியைச் சூழ்ந்து கொண்டிருக்கிறது. இது நடுமைய மட்டத்திற்கு ஏறக்குறைய இணையான போக்குடைய கோட்டில் அமைந்திருக்கிறது. இது முதுகுப்புறப் பக்கத்தில் அகலமாகக் காணப்படுகிறது. முதுகுப்புறத்தில் இது கருவளர் துருவப் பாதிக்குள்ளும் காணப்படுகிறது. (ஆ) கருவளர் செயல் எல்லை (animal field): இந்தக் கருவளர் செயலெல்லை மிகச் சிறிய கருமையான நிறமித் துகள்களைக் கொண்ட சிறிய செல்களாலானது. (இ) கருவுணவுத் துருவச் செயலெல்லை (vegetative field): இந்தக் கருவுணவுத் துருவச் செயலெல்லையில் யோக்கை அதிகமாகக் கொண்ட நிறமித் துகள்களைப் பெற்றிருத பெரிய செல்கள் காணப்படுகின்றன (படம் 33). முட்டையில் இந்தப் பரப்புகளின் எல்லைகளை வெளித் தோற்றங்களைக்கொண்டு கண்டறிய

அ, ஆ, இ, ஈ, உ. 1. மூலக்குடலின் உட்பிதுக்கம்; கருக்கோளத்துளையிலிருந்து ஆரம்பித்திருக்கிறது,

2. கருவுணவுப் பொருள்கள் உள்நோக்கிப் புலம் பெயர்தல்,

3. ஓரத்துக்குரிய மண்டலத்தின் பொருள்கள், கருக்கோளத்துளையின் விளிம்பின் மேற்பக்கம் வழியாக உள்உருண்டு செல்கிறது,

ஊ. குறுக்குவெட்டுத் தோற்றம்—வெட்டுத்தளம் 'உ'வில் இருப்பதைப்போல இருக்கிறது,

1. தொட்டி வடிவ அகஅடுக்கு, மூலக்குடலின் தரைப் பாகத்தையும் பக்கப் பாகங்களையும் உருவாக்குகிற்று,

2. வருங்கால முதுகுநாண், நடுஅடுக்கு இரண்டும் மூலக்குடலின் கூரைப் பகுதியில் இருக்கிறது,

3. மூலத்தின் புறப்பரப்பை, புறஅடுக்கு மூடிக்கொண்டிருக்கிறது,

எ. 1. நியுகுலாவின் முதுகுப் பக்கப்பார்வை,

1. நரம்புத்தட்டு ஒரு உயர்ந்த மடிப்பால் சூழப்பட்டிருக்கிறது. இது நரம்புத் தட்டை எஞ்சியுள்ள புற அடுக்கிலிருந்து பிரிக்கிறது,

ஏ. குறுக்கு வெட்டுத்தோற்றம் 'ஏ'ன் படிநிலை,

1. அக அடுக்கு முதுகுப்பக்கத்தில், மூடி, மூலவயிற்றை உருவாக்குகிறது,

2. மூலக்குடலின் கூரை, முதுகுநாண், நடுஅடுக்குகளாகவும் மாறுபாடடைந்துள்ளது. புறஅடுக்கு, நரம்புத்தட்டு தோல் புற அடுக்காகவும் மாறுபாடு அடைந்துள்ளது.

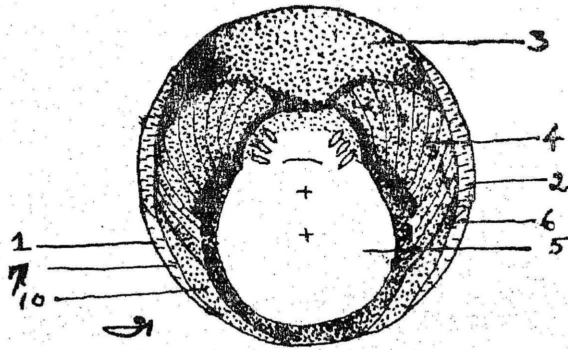
முடிவதில்லை. இருந்தபோதிலும், அவைகளுடைய முக்கியத் துவம் பின்வரும் வளர்ச்சியில் வெளிப்படுகின்றது.

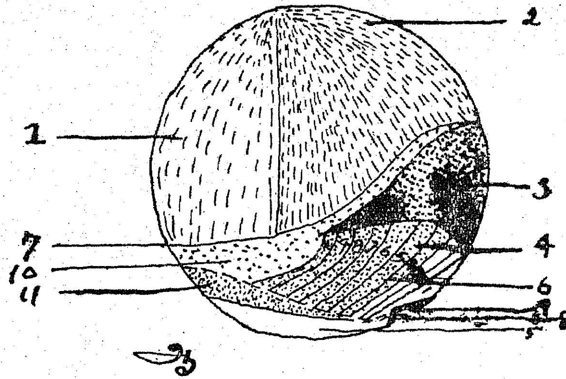
இருபடைக் கருக்கோளமாக்கல் கருக்கோளத்தின் முதுகுப் பக்கத்தில் தோன்றுகின்ற ஒரு குழிவினுல் ஆரம்பமாகிறது. இக்குழிவு கருவுணவுச் செயலெல்லைப் பகுதியில் இருக்கிறது. மேலும் இது ஓரத்துக்குரிய பகுதியில் காணப்படும் சாம்பல் அரைப் பிறைப் பகுதிக்குக் கீழே காணப்படுகிறது. இந்தக் குழியைக் கருக்கோளத் துளைப் பிளவு (blastopore ferrow) என்று அழைக்கின்றனர். இப் பரப்பில் காணப்படும் செல்களின் தோற்றத்தில் ஏற்படுகின்ற மாற்றத்தினுல் அப் பிளவு ஏற்படுத்தப் படுகிறது. இந்தச் செல்கள் குண்டாந்தடி முனைப்பகுதியை ஒத்த அமைப்பைக் கொண்டிருக்கின்றன. அதனுல் அவை உள்நோக்கி நகர்கின்றன. இந்தக் குழியின் ஆழம், வர வர அதிகமாகிறது. இந்த வழியில் மூலக்குடல் (archenteron) கரு வளர் துருவத் திசையில் முட்டையின் உட்பகுதிக்கும் அதனு டைய முதுகுப்புறத்தின் வழியாக வியாபித்திருக்கிறது (படம் 34 அ-உ). இந்த உள்ளிழுத்தல் நடைபெற்றுக் கொண்டி ருக்கும் சமயத்தில் முதன்முதலில் புறப்பரப்பில் காணப்பட்ட பொருள்கள் உட்பகுதிக்கு எடுத்துச் செல்லப்படுகின்றன. ஆகவே ஆரம்பத்தில் வெளிப் பரப்பில் காணப்பட்ட செல் களினுல் மூலக்குடலின் சுவர்கள் ஆக்கப்பட்டிருக்கின்றன. கரு வுணவுத் துருவச் செயலெல்லைப் பொருள்களும், அதற்கு அண்மையிலுள்ள ஓரத்துக்குரிய மண்டலத்தின் முதுகுப் புறப்பகுதியும் (dorsal part of the marginal zone) கருக் கோளத் துளையின் உதடுகளின் வழியாக உள்ளே உருண்டு செல் கின்றன. கருவுணவுத் துருவப் பொருள்கள் மூலக்குடலின் தரை என்றழைக்கப்படுகின்ற மூலக்குடலின் வயிற்றுப் புறச் சுவராகத் தோன்றுகிறது. ஆனுல், ஓரத்துக்குரிய மண்டலத்தின் பொருள்கள் மூலக்குடலின் கூரையைத் தோற்றுவிக்கின்றன. இந்த உள்பிதுக்கம் (invagination) பிறகு பக்கவாட்டில் பரவிச் செல்லத் தொடங்குகிறது. இந்தப் பரவுதல் ஏறக்குறைய ஓரத் துக்குரிய மண்டலத்திற்கும், கருவுணவுத் துருவச் செயலெல்லைக் கும் இடையிலுள்ள எல்லையினுடன் பரவிச் செல்கிறது. இந்த எல்லையின் முழு நீளத்திலும், ஓரத்துக்குரிய மண்டலத்தின் சாதனப் பொருள்கள் உட்செல்லத் தொடங்குகின்றன. இவ்வாறு சாதனப்பொருள்கள் செல்வதால் கருக்கோளத்தின் உதடு என்றழைக்கப்படுகின்ற நீட்சம் ஒன்றைத் தோற்றுவிக் கிறது (படம் 37 அ, ஆ). உள்ளிழுக்கப்பட்டுக் கொண் டிருக்கும் மூலக்குடல் சிறிது சிறிதாகக் கருக்கோளக் குழியைத்

தட்டையாக்கிக்கொண்டிருக்கின்றது. முடிவில் இருபடைக் கருக்கோளாக்கம் ஏறக்குறையக் கருவுணவுத் துருவச் சாதனப் பொருள்கள் முழுவதும் மறைந்து உள்ளே சென்று விடுகிற தொன்றில் முடிவடைகிறது. ஒரு சிறு குறுகிய பகுதி மட்டும் இன்னும் கருக்கோளத் துளையின் வழியாக வெளியே நீட்டிக் கொண்டிருக்கிறது. இதற்கு யோக் பிளக் (yolk pulg)அல்லது யோக் பிரடை என்று பெயர் (படம் 34 இ, ஈ). இதுவும் கூட முடிவில் மறைந்து விடுகிறது. கருக்கோளத் துளையின் உதடுகள் எல்லாப் பக்கங்களிலிருந்தும் ஒன்றையொன்று நோக்கி வளர்ந்து முடிவில் இணைந்து கருக்கோளத் துளையை மூடு கின்றன. ஓரத்துக்குரிய மண்டலச் சாதனப் பொருள்களும் கூட மேற்பரப்புகளிலிருந்து கருக்கோளத் துளையின் மேல்பகுதி வழியாக உருண்டு உள்ளே செல்வதால் மேற்பரப்புகளிலிருந்து மறைந்து விடுகின்றன. அதே நேரத்தில், கருவளர் துருவச் செய லெல்லையின் சாதனப் பொருள்கள் திடுகை விரிவடைந்து முடிவில் மூலத்தின் புறப்பரப்பு முழுவதையும் மூடிக் கொள் கின்றன. இது அடர்வு குறைந்த படலமாக அமைகிறது. மூலத்தில் காணப்பட்ட செல்களின் பல அடுக்கு அமைப்புமுற்ற, தனி அமைப்புடைய தனிப்படலமாக மாற்றி அமைக்கப்படு கிறது. இருபடைக் கோளமாக்கல் நடைபெற்று முடிந்தவுடன் வளர்கரு பின்வரும் ஆக்கக் கூறுகளைக் கொண்டதாக இருக் கிறது. (அ) புறத்தேயுள்ள புறஅடுக்கு (ectoderm) அல்லது மூலத்தின் வெளிஅடுக்கு : இது கருவளர் துருவத்தின் செய லெல்லையினின்றும் தோன்றியதாகும். (ஆ) உள்ளேயுள்ள அக அடுக்கு (endoderm) அல்லது மூலத்தின் உள்அடுக்கு: இது மூலக்கருவுணவுத் துருவச் செயலெல்லையினின்று தோன்றிய தாகும். (இ) மூலக்குடலின் கூரை: இது ஓரத்துக்குரிய மண்ட லப் பொருள்களின் உள்ளிழுப்பால் தோன்றுகிறது. இவ்வாறு உள்ளிழுக்கப்பட்ட பொருள்கள் நடு-மூல-அடுக்கின் (middle germ layer) பகுதிப் பொருள்களாகின்றன. இதனைக் கார்டோ மீசோடெர்ம் (chordo mesoderm) அல்லது முதுகுத்தண்டு நடுப் படை என்று அழைக்கலாம். மூலக்குடலின் கூரை வருங்கால முதுகுத்தண்டு நடுப்படை அடுக்குகளைக் கொண்டு வயிற்றுப் பக்கத்தில் புற அடுக்கிற்கும், அக அடுக்கிற்கும் இடையில் நீண்டு கொண்டிருக்கிறது (படம் 34 ஊ). கருவின் முக்கியமான ஊடச்சுக்கள் (axes) இப்பொழுது புலனாகும்படித் தோன்றி விடுகின்றன. மூலக்குடலின் மொட்டை முனை வளர்கருவின் முன் முனையைக் குறிக்கின்றது. இங்கே வாய்ப் பிளவு ஒன்று தோன்றுகின்றது. கருக்கோளத் துளை வளர்கருவின் பின் முனையைக் குறிக்கிறது. இது பின் வளர்ச்சியில் மலப்புழை

யாகத் தோன்றும். கருவின் முதுகுப் புறம், மூலத்தின் மேற் புறத்திலிருந்து தோன்றும். மேலும் அதனுடைய வயிற்றுப் புறம் முதுகுப் புறத்திற்கு எதிர்த் திசையில் தோன்றும்.

இருபடைக் கருக்கோளாக்கம் முடிவுறும்பொழுது, இடக் கிடப்பியல் தோற்றம் இன்னும் ஒரு முடிவுக்கு வந்து விடவில்லை. இதனையடுத்து உடனே தோன்றும் படிநிலை, நரம்புக் குழாய் (neurulation) உடையதாக மாற்றப்படுவதாகும். இந் நிகழ்ச்சிகள் நடந்து கொண்டிருக்கும் காலம் முழுவதும், புதிதாகப் பல இடப்பெயர்ச்சிகள் தோன்றுகின்றன. இச் சமயத்தில், கருவின் முதல் உறுப்பு மண்டலங்கள் இருபடைக் கருக் கோளாக்கம் நடைபெறும்பொழுது வெவ்வேறு பாகங்களி லிருந்து அதனதன் இடங்களுக்குக் கொண்டு வரப்பட்ட சாதனப் பொருள்களிலிருந்து தோன்றுகின்றன. முதுகுப்புற அடுக்கு தடித்து நரம்புத்தட்டாக (neural plate) ஆகிறது (படம் 34 எ). இந்த நரம்புத் தட்டின் முனைகள் மேல்நோக்கி மடிந்து நரம்பு மடிப்புகள் (neural folds) ஆகின்றன. முடிவில் இந்த நாம்பு மடிப்புகள் ஒன்ருக இணைந்து நரம்புக்குழாய் ஆகிறது. இந்தக் குழாய் கருவின் மத்திய நரம்பு மண்டலத்திற்கு மூல முதல் (primordium) ஆக இருக்கிறது. எஞ்சியுள்ள புறஅடுக்கு வருங் கால வாழ்விற்குரிய புறத்தோலடுக்காக (epidermis) இருக் கிறது. மூலக்குடலின் கூரையின் நடுமைய முதுகுப்புறச் செல்கள் நரம்புத் தட்டிற்குக் கீழே நடுவில் உள்ளது. இந்தச் செல்கள் மூலக்குடலின் கூரைப் பகுதியிலிருந்து தங்களை விடுவித்துக் கொண்டு, நீளவாக்கிலமைந்த உருளை வடிவமுள்ள கம்பியாக ஆகிறது. இந்த உருளைக் கம்பி போன்ற பகுதிக்கு முதுகுநாண் (netochord) என்று பெயர். முதுகு நாணையொட்டி அதன் வலப் புறத்திலும் இடப்புறத்திலும் காணப்படுகின்ற பட்டைகள் (stripes), முதலில் தடித்துப் பின் பிளவுபட்டுப் பல கண்டங் களாக ஆகின்றன. இவைகளுக்கு உடல் துண்டுகள் அல்லது சதைத் துண்டுகள் அல்லது சோமைட் (somite) என்று பெயர் வழங்கப்பட்டிருக்கிறது. இவைகள் நீளவாக்கில் வரிசையாக அமைந்திருக்கின்றன. இவைகள் மார்பகத் தசைகளை உண்டு பண்ணுகின்றன. நடு அடுக்குத் தகடுகளின் எஞ்சிய பக்கவாட்டு வயிற்றுப் பாகங்கள் பக்க நடு அடுக்கைக் (lateral mesoderm) கொடுக்கின்றன. இதில் வளர்கருவின் உடற்குழி தோன்றும். முதலில் அக அடுக்கு, தொட்டி போன்ற அமைப்பைக் கொண் டிருந்தது. ஆனால் இப்பொழுது அதனுடைய இருமுனைகளும், முதுகுநாணுக்கடியில் ஒன்றையொன்று நோக்கி அணுகுகின்றன. முடிவில் இரண்டு முனைகளும் ஒன்றறக் கலக்கின்றன. ஆகவே





படம் 35.

யூரேடீல் வளர்கருவின் உறுப்பு முதல் மூலங்களின் வரை உருவின் சரியிணை எறிவுப்படிவு வரைபடமாகக் கருக்கோளத்தின் புறப்பரப்பில் காட்டப்பட்டிருக்கிறது.

அ. கருவுணவுத் துருவத்திலிருந்து,
ஆ. இடப்பக்கத்திலிருந்து,
1. கரடுமுரடான வரிகள்-புறத்தோலடுக்கு,
2. நேர்மையான வரிகள்-நரம்புத்தகடு,
3. மிக நெருக்கமான குத்துகள்-முதுகுநாண்,
4. இடம்விடடுக் குத்தப்பட்டது-நடுஅடுக்கு,
5. வெள்ளைப்பகுதி-அக அடுக்கு,
6. எண்ணிட்டவைகள்-வருங்காலச் சதைத் துண்டுகள்,
7. உட்பிதுக்கப்பட்ட பரப்பின் புறஎல்லை,
8. வருங்காலக் கருக்கோளத் துளை,
9. கருக்கோளத் துளைப் பள்ளம்,
10. வால் பரப்பு,
11. பக்கவாட்டுத் தட்டு நடுஅடுக்கு.

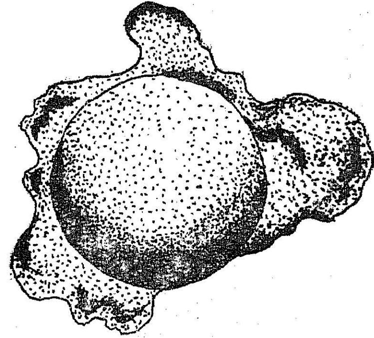
இப்பொழுது மூலக்குடல் எல்லாப் பக்கங்களிலும் அகப்படைச் செல்களால் சூழப்பட்டிருக்கிறது. இவ்வாறு தோன்றிய திலிருந்து வளர்கருவின் உணவுச் செரிமான முன்குழாய் தோன்று கிறது (gut).

இந்த வழியில் இருபடைக் கருக்கோளாக்கம் (gastrulation) நரம்புக் குழாயுடையதாகுதல் அல்லது குழலாக்கம் (neurulation) ஆகிய இரண்டும் காலதாமதமின்றி ஒன்றையொன்று பின்பற்றிச் சென்று கருக்கோளத்தின் (blastula) மிக எளிமையான அமைப்பை மிக இக்கட்டான அமைப்புகள் நிறைந்த கருவாக மாற்றி விடுகின்றன. இந்தக் கருவில் பல்வேறு உறுப்பு மண்டலங்களின் முதல் மூலம் (primordium) எளிய நிலையில் இருப்பதைக் கண்டு கொள்ள முடிகிறது.

இங்கே விவரிக்கப்பட்ட செல்களின் இடப்பெயர்ச்சியில் சிறிய பகுதியைத்தான் மூலத்தில் நேரடிக் காட்சியறிவின் வழி யாகக் காணமுடியும். நரம்புத் தட்டின் வளர்ச்சியையும், நரம்பு குழலாவதையும் இதில் எளிதில் காணமுடியும். ஆனால், இரு படைக் கருக்கோளாக்கம் நடைபெற்றுக்கொண்டிருக்கும்பொழுது நடைபெறும் இடப்பெயர்ச்சிச் செயல் வழிமுறைகளையும், ஓரத் துக்குரிய மண்டலத்தில் அடங்கிக் கிடக்கும் உள்ளார்ந்த செயல் கள் வெளித்தோன்றுவதையும் சில தனிப்பட்ட நுட்பமான முறைகளைக் கொண்டே காணமுடியும். வால்டர் வோக்ட் (Walter vogt) கண்டுபிடித்த இன்ட்ரா வைட்டம் (intravitam) நிறமிக் குறியீடுகளைக்கொண்டு இச் செயல்முறைகளை நுணுக் கத்துடன் ஆராய்ந்தால் அவற்றின் உண்மைநிலை விளங்கும். நாம் இந்தச் செயல்வழி முறைகளைக்கொண்டு செல் இடப் பெயர்ச்சியைக் கூர்ந்தறிய வேண்டுமானால், வால்டர் வோக்ட் என்பாரால் கண்டுபிடிக்கப்பட்ட இன்ட்ரா வைட்டல் நிறக் குறியீட்டு முறையினையே நம்பியிருக்கவேண்டும். இந்த முறையில் மூலத்தின் மேற்பரப்பில் 'உயிர்நிலையான' (vital) வண்ணப் பொருள்களின் உதவியால் சிறிய குறியீடுகளை உண்டாக்க வேண்டும். இவ் வண்ணமூட்டும் பொருள்கள் உயிர்வாழ் செல் களுக்கு எவ்விதமான தீமைகளையும் செய்யக்கூடாது அல்லது இழைக்கக்கூடாது. இவ் வழியில் கருவின் குறிப்பிட்ட உறுப் பின் தோற்றத்தை ஆராயமுடியும். இதனுதவியால் மூலத்தின் பல பரப்புகளில் காணப்படும் செல்கள் முடிவில் குறிப்பிட்ட உறுப்பினுள் வந்தடைவதையும் காணமுடியும். அதோடு மட்டு மல்லாமல் இவ்வாறு தோன்றிய உறுப்புகள் எவ்வாறு கருக் கோளத்தில் வெளிக்கொண்டு வரப்படுகின்றன என்பதையும் அறியமுடியும் (படம் 35).

மூலம், செல்களினுல் ஆன ஒன்று. மூலத்தில் காணப்படுகின்ற இருபடைக் கருக்கோளாக்கம் நரம்புக் குழாயுடையதாதல் போன்ற செயல் வழி முறைகளுக்கு மூலத்தின் செல்களில் தோன்றும் இடப் பெயர்ச்சியும், விறுவிறுப்பான அமைவு மாற்றமும் காரணமாக இருக்கின்றன. இடம்பெயர்தல் ஒவ்வொரு செல்லிலும் காணப்படுகின்ற பல பண்புகளில் ஒன்று. பெரும் பாலான செல்கள், தங்களின் உருவத்தை மாற்றியமைக்கும் திறன் கொண்டவைகள். இருந்தபோதிலும் எல்லா செல்களும் மேற்குறிப்பிட்ட செயலைத் தெளிவாகச் செய்யமுடிவதில்லை. இதற்கு எடுத்துக்காட்டாகத் தசைச் செல்களைக் கூறலாம். பல விலங்குகளின் முட்டைகளும்கூட ஓரளவு இடம் பெயரும் பண்பைப் பெற்றிருக்கின்றன. கடற்பஞ்சு போன்ற கீழ்நிலையிலுள்ள விலங்குகளின் முட்டைகள் தாய்த் திசுக்களைச் சுற்றிச் சுதந்தரமாக நகர்ந்து செல்ல முடியும். இந்த முட்டைகள் ஒருசெல் உயிரியான அமீபாவை (Amoebae) மிகவும் ஒத்திருக்கிறது. வேறு சில விலங்குகளின் முட்டைகள் அமீபா இயக்கம் போன்ற இயக்கங்களை ஏதோ சில சமயங்களில் காட்டும். எடுத்துக்காட்டாக நத்தை லிம்ஞேயாவில் (limnaea) துருவக்கோள்கள் (polar bodies) வெளித்தள்ளப்பட்டவுடனேயே அமீபா இயக்கம் காணப்படுகிறது. இந்த இடப்பெயர்ச்சி ஆற்றல் மூலத்தின் வெவ்வேறுன திசைகளில் வெவ்வேறு செல் தொகுப்புகளில் தனித்துவம் பெறுகிறது. முட்டை வேதியியல் வழி மாறுபாடடைந்ததன் காரணமாக முட்டையின் வெவ்வேறு பாகங்களின் இயற்பியல், வேதியியல் நிலைகள் மாற்றி அமைக்கப்படுவதால் இடப்பெயர்ச்சி தோன்றுகிறது என்பதைக் கற்பனை வாயிலாக உணர முடியும். ஒரு பரப்பில் அல்லது பகுதியிலுள்ள செல்கள் மூலத்தின் புறப் பரப்பிற்கு இணையாக விரிவடையும் இயற் சாய்வைக் காட்டும். அப்படி இருக்கையில் மற்ெருரு பகுதியில் உள்ள செல்கள் மூலத்தின் பரப்பிற்குச் செங்கோணத்தில் விரிவடையும் இயற் சாய்வு கொண்டதாக இருக்கலாம். இன்னும் வேெருரு பகுதியில் உள்ள செல்கள், மூலத்தின் மையப் பகுதியை நோக்கி அமைந்திருக்கும் பாகம் விரிவடைவதால் அச் செல்கள் குண்டாந் தடியின் தலையை ஒத்த அமைப்புடையதாகின்றன. அச் செல்களின் மற்றப் பகுதிகள் சுருங்கியும் காணப்படுகின்றன. செல்களின் இந்தப் புதிய அமைப்பு அவைகள் எளிதாக மூலத்தினுள் செல்வதற்கு ஏதுவாக இருக்கிறது. இதனுல், மேற்பரப்புப் பொருள்கள் உட் பிதுக்கப்படுகின்றன. நீர், நில வாழ்விகளின் இள இருபடைக் கருக்கோள் வெவ்வேறு வகையான இடப்பெயர்ச்சித் தன்மைகளைக் காட்டுகிறது என்பது சோதனையின் வாயிலாக மெய்ப்பிக்கப்

பட்டிருக்கிறது. ஓர் இருபடைக் கருக்கோளத்தின் ஓரத்துக் குரிய மண்டலத்தின் (marginal zone) திசுக்களின் பகுதியை இரு படைக் கருக்கோளமாவதற்கு முன்னுள்ள நிலையில் இருக்கும் வேருேர் இள இருபடைக் கருக்கோளத்தின் வயிற்றுப் பகுதி யிலாவது அல்லது கருவளர் துருவச் செயலெல்லையினுள்ளாவது மாற்றி ஒட்ட (grafted) முடியும்.



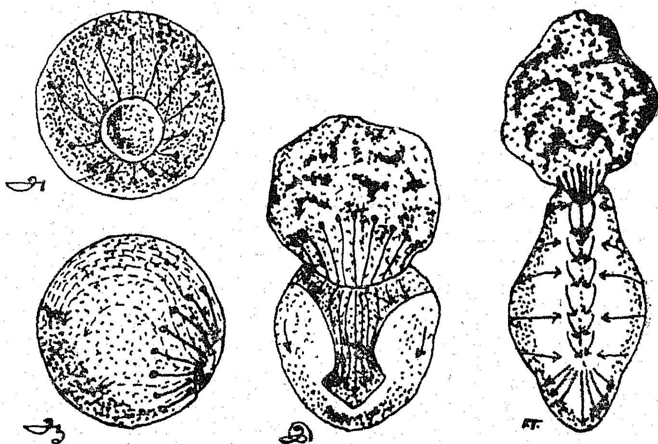
படம் 36.

டிரைட்டானின் மிதமிஞ்சிய கருக்கோளம்

டிரைட்டானின் மிதமிஞ்சிய கருக் கோளம் முட்டையிலிருந்து பிரித் தெடுத்த கருவளர் துருவப் பாதியி லிருந்து தோன்றிற்று. கருவளர் துருவப்பொருள் அதிகமாக விரிவடை வதால் மடிப்புகள் தோன்றின.

இவ்வாறு மாற்றி ஒட்டிய பகுதி யில் தோன்றுகின்ற உட்பிதுக் கத்தில் கருக்கோளத் துளை தோன்றி மாற்றி ஒட்டியவை களிலுள்ள செல்களோடு நில் லாமல் அவற்றைச் சூழ்ந்திருக் கும் விருந்தோம்பியின் (host) பல செல்களையும் சேர்த்துக் கொண்டு உள்ளே உருண்டு செல்கிறது. இந்தச் சோதனை, ஓரத்துக்குரிய மண்டலப் பொருள்கள் விறுவிறுப்பாக உள் உருண்டு செல்லும் ஆற்றலை வைத்திருக்க வேண் டும் என்பதைக் காட்டுகிறது. அதே நேரத்தில் அப் பொருள் கள் விரிவடைந்து மூலக் குடலைத் தோற்றுவிக்கும் திறனையும் பெற்றிருக்கிறது என்பதையும் காட்டுகிறது. இதற்கு மாருகக் கருவளர் துருவச் செயலெல்லைப் பொருள்கள், புறப் பரப்பிற்கு இணையாக விரிவடையும் தன்மையைக் காட்டுகிறது. ஸ்பீமான் (Speman, 1931) இரண்டு கருக்கோளங்களை (blastulae) நடு வரைகோட் டின் (equator) வழியாக இரண்டு பாதிகளாகப் பிரித்தார். இவர் இரண்டு கருவளர் துருவப் பாதிகளையும் ஒன்ருக மாற்றி ஒட்டினூர். இந்த அமைப்பு தேவைக்கு மேல் அதிகமாக விரி வடைந்த புற அடுக்கையும், பல ஒழுங்கற்ற மடிப்புகளையும் (folds), தொங்கற் பகுதிகளையும் (flaps) கொண்டு காணப்பட்டது (படம் 36). இது பின்வருமாறு விளக்கப்படலாம். இயல்பான வளர்ச்சியில் விரிவடைந்து கொண்டிருக்கின்ற புறஅடுக்கு ஓரத் துக்குரிய மண்டலப் பொருள்களின் இடத்தை எடுத்துக் கொள் கின்றன. ஓரத்துக்குரிய மண்டலப் பொருள்கள் இருபடைக் கருக்கோளாக்கம் நடைபெறும் காலம் முழுவதும் உள்ளே உருண்டு சென்றுவிடுகின்றன. ஆனல், இரண்டு கருவளர் பாதி

களின் இணைவால் தோன்றிய மூலத்தில் (germ) உள்ளே உருண்டு செல்லும் நிகழ்ச்சி நடைபெறுவதில்லை. ஆகையால், அங்கே விரிவடைந்துகொண்டு வருகின்ற புற அடுக்கிற்கு இடமில்லாத காரணத்தால் அவை தன்னியல்பாகவே மடிந்து தீர வேண்டியதாகிறது. கருவுணவுத் துருவச் செயலெல்லைப் பொருள்கள் விறுவிறுப்பான அசைவிற்குத் தேவையான ஒரு தகுதியைக்கூட மிக அரிதாகக் காட்டுகிறது. இவை இருபடைக் கருக்கோளாக்கம் நடைபெறும்பொழுது செயலற்றவைகளைப் போலத் தோன்றுகின்றன. இப் பரப்பில் முதன்முதல் தோன்றுகின்ற கருக்கோளத் துளையின் பிளவின் ஆரம்பம் இப் பகுதியிலுள்ள செல்களின் விறுவிறுப்பான உட்பிதுங்கும் சக்தியினால் தோன்றுகிறது. இச் செல்கள் மேலே குறிப்பிட்ட குண்டாந்தடியின் தலைப்புற அமைப்பைக் கொண்டிருக்கின்றன (Vogt. 1922, 1929).



படம் 37.

இயல்பான இருபடைக் கருக்கோளாக்கம்

அ. இயல்பான இருபடைக் கருக்கோளாக்கம், கருவுணவுப் பக்கத்திலிருந்து பார்க்கப்படுகிறது.

ஆ. இருபடைக் கருக்கோளாக்கம் இடப்பக்கமிருந்து பார்க்கப்படுகிறது,

இ, ஈ. வெளி இருபடைக் கருக்கோளாக்கம், அம்புக்குறிகள், பொருள்கள் எந்தத் திசைகளை நோக்கிப் புலம்பெயர்ந்து செல்கின்றன என்பதைக் காட்டுகின்றன.

செல்களின் இந்தச் சுறுசுறுப்பான இயக்கம் அல்லது இடக்கிடப்பியல் ஆற்றல் (topogenetic potency) மிகத் தெளிவாகக் காட்டப்பட்டிருக்கிறது. இடக்கிடப்பியல் ஆற்றலைக் காட்டுவதற்கு இருபடைக் கருக்கோளாக்கத்தில் இயல்பாக இடம் பெயர்ந்து செல்லும் தன்மைகளின் கூட்டுச்செயல் ஏதாவ

தொரு வகையில் குழப்பமுறும்படிச் செய்யவேண்டும். அப்படிச் செய்தால் மேலே கண்ட இடக்கிடப்பியல் ஆற்றலை மிக எளிதில் வெளிக்கொண்டு வரலாம். ஹோல்ட்ஃப்ரெட்டர் (Holtfreter, 1933) நியூட்டின் முட்டைகளை அவைகள் முட்டைக் கூடுகளிலிருந்து வெளிவரும் காலத்திற்கு முன்பே வெளியே எடுத்து அம் முட்டைகளை ஏதாவதோர் உப்புக் கரைசலுக்குள் மாற்றி வைக்கும்பொழுது இடக்கிடப்பியல் ஆற்றலில் குழப் பத்தைத் தோற்றுவித்தார். இதிலிருந்து தொடர்ச்சியாக இரு படைக் கருக்கோளாக்கத்திலும் குழப்பம் தோன்றுகிறது. இதற்கு வெளி இருபடைக் கருக்கோளாக்கம் (exo gastrulation) என்று பெயர். மூலக்குடலின் உட்பிதுக்கமும் அதனோடு கூடிய ஓரத்துக்குரிய மண்டலப்பொருள்களும் கருவுணவுத் துருவச் செயலெல்லைப் பகுதிகளின் உட்பிதுக்கமும் தோன்றுவதில்லை. இதற்கு மாறாகக் கருக்கோளத்துளையின் விளிம்பில் ஒரு வெளிப் பிதுக்கம் (evagination) காணப்படுகிறது. இதற்குக் காரணம் ஓரத்துக்குரிய மண்டலப்பொருள்கள் அல்லது சாதனப் பொருள் கள் கருக்கோளத் துளைப்பிளவு வழியாக நகர்ந்து கருவுணவுச் செயலெல்லையின் மீது கிடக்குமாறு அமைவதேயாகும். இதன் முடிவில் கிடைப்பது ஒரு மூலம் (germ). இந்த மூலத்தில் அகப் படை, முதுகுத்தண்டு, நடுப்படை ஆகிய இரண்டும் புறப்படை யால் சூழப்படவில்லை. ஆகவே, இந்த இரண்டும் முழுமையாகப் புறப்படைக்கு வெளியே கிடக்கின்றன. இந்தப் புறப்படை, வெறுமையான மடிந்த பைகளை உண்டாக்குகிறது. இந்தப் பைகள் மூலத்தின் எஞ்சிய பாகங்களிலிருந்து முழுமையாகக் கருக்கோளத் துளை விளிம்பின் வழியாகப் பிரித்துக் கொள்கின்றன (படம் 37). உட்பிதுக்கம் வெளிப்பிதுக்கமாக மாற்றப்பட்ட பின்னும் இருபடைக் கருக்கோளாக்கத்தின் மற்றைய எல்லா இயக்கங்களும் மேலும், அதிலிருந்து தோன்றுகின்ற குழலாக்க இயக்கங்களும் (neurulation) இயல்பான வழியில் நடைபெறுவது வியப்பிற்குரிய உண்மையேயாகும். முதுகுதண்டு நடுப்படை (chorda mesoderm) புறப்படையால் சூழப்படாமலிருந்த அப் பொழுதும்கூட முதுகுதண்டும், சோமைட்டுகளும், முதுகுத் தண்டு நடுப்படையிலிருந்து உருவாகின்றன. இதில் தலையாகவும், மார்பாகவும், வால் பகுதியாகவும் வேறுபாடடையும் செயல்கள் தோன்றியிருக்கிறது. தலைப்பகுதியில் காணப்படும் அகப்படை யில் (endoderm) முதல் மூலச் செவுள்பைகளும் உருவாகிறது. இது வெவ்வேறு இடக்கிடப்பியல் செயல் வழிமுறைகள் ஏறத் தாழ ஒன்றுக்கொன்று தொடர்பில்லாமல் தனித்தியங்கும் தன்மையைக் காட்டுகிறது. இது இயல்பான இருபடைக் கருக் கோளாக்கத்திற்கு அவசியமான ஒன்றாக இருக்கிறது. எவ்வகையி

லேனும் இந்தச் செயல் வழிமுறைகள் ஒன்ருேடொன்று முறைமையான வகையில் இணைக்கப்பட்டிருக்கின்றன. ஸ்சீஎட்மான் (Schechtman, 1942) வருங்கால வாழ்விற்குரிய முதுகுத் தண்டின் சாதனப்பொருள்கள் சாதாரணமாக உட்செல்லுதலும், கருக்கோளத்துளே மூடப்படுவதும், ஓரத்துக்குரிய மண்டலப் பாகங்களுக்கு இடையிலுள்ள தொடர்பு குறுக்கிடப்படாமலிருக்குமேயானுல் மேலே குறிப்பிட்ட இரண்டு நிகழ்ச்சிகளும் நடைபெறுகின்றன என்பதைச் செய்து காட்டினுர்.

இருபடைக் கருக்கோளாக்கம் நடைபெறும்பொழுது தோன்றும் பொது இயக்கச் சக்திகளின் இயல்பைக் கூர்ந்து நோக்கும்பொழுது இதைப்பற்றிய பெரும்பாலான நுண்ணறிவு ஹோல்ட் ஃபிரட்டர் (Holt Freter, 1943-44) சோதனைகளிலிருந்து கிடைக்கின்றது. அவர் கருவளர் துருவத்தின் செயலெல்லேப் பகுதியின் வெகுவாக விரிவடையும் தன்மைகள் புறப்பரப்பில் காணப்படும் பாதியளவு சுருங்கிவிரியும் (semi-elastic) ஒரு கடினமான (coat) புறஉறையினேயே சார்ந்திருக்கின்றன என்பதைக் கண்டார். இந்த உறை எல்லாச் செல்களேயும் இயல் இயக்கமுடைய ஓர் அடிப்படைக்கூருக அல்லது அலகாக (mechanical unit) ஒருங்கிணேத்திருக்கிறது. இவ் வழியில், செல்களின் இயக்கங்களே ஒன்றிப்பதில் துணைபுரிகிறது. இது போன்றதோர் உறையைப் பெற்றிருக்கும் காலம் முழுவதும் கருவுணவுத் துருவச் செயலெல்லேயும்கூட விரிவடையும் தன்மையைக் காட்டுகிறது. ஆனுல், கருவளர் துருவச்செயல் எல்லேயைவிட இத் தன்மை குறைவுபட்ட அளவிலேயே காணப்படுகிறது. முழுமையான கருவில் மற்றப் படைகளேவிடப் பலமாக விரிவடையும் தன்மையைக் கொண்ட புறஅடுக்கு அகஅடுக்கின் மேல்பாக எபித்தீலியமாக (epithelium) விரிவடையும் தன்மையைத் தடுக்கிறது. வெளி இருபடைக் கருக்கோளத்தில் (exogastruale) மேல்படை (epidermal) இல்லே. இருந்தபோதிலும் மேல் உறையைக் கொண்ட வெளி இருபடைக் கருக்கோளத்தில் அகஅடுக்கின் விரிவடையும் தன்மை மேலோங்கி நிற்கிறது. இதில் உள் மூலக்குடல் ஒருபொழுதும் தோன்றுவதில்லே.

இதுபோன்றதோர் உறை மீன்களிலும் காணப்படுகிறது. இதற்கு மேலும் இந்த உறை ஏதாவதொரு வழியில் கடல் அர்சினின் ஹயலின் (hyaline) அடுக்கை ஒத்திருக்கிறது. கடல் அர்ச்சினில் காணப்படும் இந்த உறை செல்களே ஒன்ருக இணேக்கும் அதே செயலேத்தான் செய்கிறது. இரண்டு உறைகளும் ஹயலின் அடுக்கும், சுண்ண அயனிகள் இல்லாத ஊடகத்தில் கரைகின்றன. எவ்வாறிருந்தபோதிலும் கடல் அர்ச்-

சின்களில் ஹயலின் அடுக்கு மூலக்குடல் உள்பிதுக்கத்திற்கு இன்றியமையாத ஒன்றாகக் கருதப்படவில்லை (Moore, 1952). ஏதோ ஒரு கவர்ச்சியும் வெறுப்பும் வெவ்வேறு வகையான செல்களுக்கிடையில் இருக்கின்றன. செல்களின் இந்த விருப்பு வெறுப்புச் செயல்கள் இடக்கிடப்பியல் செயல்வழிகளின் தோற்றத்திற்குக் காரணமாக இருக்கின்றன. ஹோல்ட் ஃபிரட்டர் (Holt Freter, 1939) இந்த ஆராய்ச்சிக்குட்படுத்தப்படாத கருத்துகளைப்பற்றி ஆராய்ந்து திசு ஒற்றுமை (tissue affinity) என்ற சொல்லால் அவைகளைச் சுருக்கமாக விளக்கியுள்ளார். வெவ்வேறு வகையான திசுப் பொருள்கள் ஒன்றாக வளர்க்கப் படும்பொழுது இந்த ஆக்கச் சக்திகள் தெளிவாக வெளிப் படுத்தப்படுகின்றன. ஹோல்ட் ஃபிரட்டர் ஆக்கச் சக்திகளின் செல்வாக்கிற்குக் கீழ்ப்பட்டுச் செல்களின் திரள்பகுதிகள் ஒவ்வொன்றாகப் பிரிக்கப்படலாம் அல்லது, இதற்கு நேர் எதிராக வெவ்வேறு வகையான செல்தொகுதிகள் ஒன்றாக இணைக்கப்பட்டு ஒன்றினுள் மற்றொன்று ஊடுருவிச்செல்லவும் கூடும். ஆகையால் அவைகள் ஒன்றுக்கொன்று தொடர்புடையனவாக ஆகின்றன என்று கண்டார். கருவின் பின்வளர்ச்சியில் குறிப்பாக உறுப்புகள் மாறுபாடடையத் தொடங்கும்பொழுது இது போன்ற செயல்வழிமுறைகள் முக்கியமான பங்கை வகிக்கின்றன (Holt Freter, 1939).

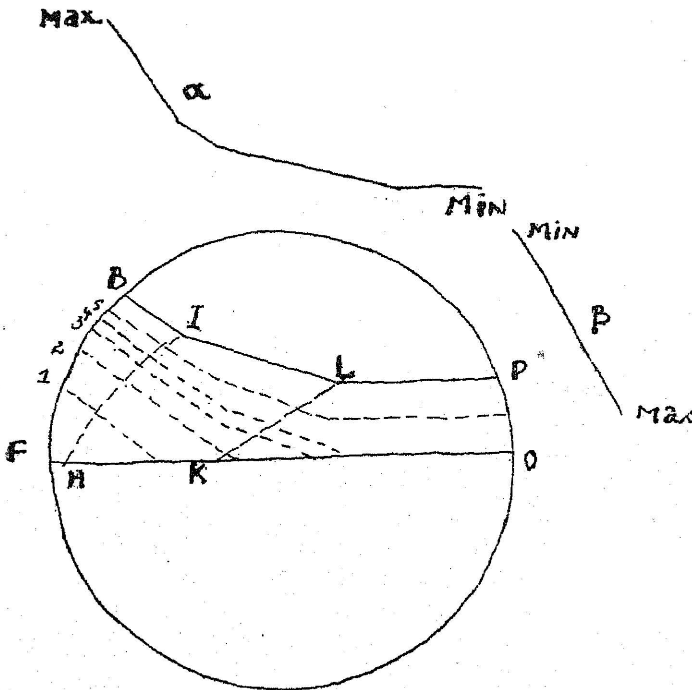
கீழ்க்காணும் ஆராய்ச்சிகள் இப் பிரச்சினையை ஆராய்ந்து அறிவதற்குத் தேவைப்படுகின்ற சில நுண்கருத்துகளை வழங்குகின்றன. கருக்கோளத்தின் வெவ்வேறு பகுதிகளில் காணப்படும் வெவ்வேறான இடக்கிடப்பியல் ஆற்றல் (topogenetic potencies) கூறுகள் எவ்வாறு செயல்படுகின்றன என்பது நாம் எடுத்துக் கொண்ட பிரச்சினையாகும். நீர், நில வாழ்விகளின் முட்டையில் கருத்தரித்தல் நடைபெற்ற சிறிது காலத்திற்குள் கருவளர் துருவப் பகுதி கீழ்நோக்கி இருக்குமாறு அமைத்தால் இருபடைக் கருக் கோளமாதலில் குழப்பம் ஏற்படுகிறது என்பது வெகுகாலமாக அறிந்த ஒரு செய்தி. சுல்ட்ஸ் (Schultze, 1894), பெந்நெர்ஸ் (Penners, 1925-28), மோட்டோமுரா (Motomura, 1935) ஆகியோர் இச் சோதனையைத் திரும்பவும் செய்தனர். முடிவில் பாஸ்டீல்ஸ் (Pasteels, 1938-39) இந்த ஆராய்ச்சிக்குட்படாத கருத்திற்கு நம்பக்கூடிய ஒரு விளக்கத்தைத் தந்தார். இது போன்ற முட்டைகளில் முட்டையின் புறப்பரப்பு யோக் பொருளுடன் எந்த இடங்களில் நேரடித் தொடர்புடையதாக இருக்கிறதோ அந்த இடங்களில் ஏதாவதொரு புள்ளியில் தோன்றுகின்ற உட்பிதுக்கத்தின் விளைவாகக் கருக்கோளத்துளை உருவாகலாம் என்று கருதினர். ஆனால், எந்தப் பக்கம் மூல

ஆரம்ப மூலச்சாம்பற்பிறை மையத்தை நோக்கி அமைந்திருக் கிறதோ அந்த இடங்களிலிருந்து கருக்கோளத் துளை தோன்று கிறது. இக் காட்சி அறிவுகளிலிருந்து டால்க் (Dalcq), பாஸ்டீல்ஸ் (Pasteels) ஆகிய இருவரும் இயல்பான முட்டைகளின் இருபடைக் கருக்கோளாக்கத்திற்குத் தேவைப்படும் ஆற்றல் களின் தோற்றம் பின்வருவனவற்றால் ஆளப்படுகின்றன என்று கூறினார்கள். அவைகளில் ஒன்று யோக் ஏற்றஇறக்கவாட்டம் (yolk-gradient). இரண்டு புறணிச் செயலெல்லை (cortical field). எந்த ஒரு புள்ளியிலும் யோக் காரணி 'v'-யும் (yolk-factor 'v'), புறணிக் காரணி 'c'-யும்(cortical-factor 'c') குறிப்பிட்ட மதிப்பைக் கொண்டிருக்கின்றன. டால்க், பாஸ்டீல்ஸ் போன்றவர்களின் எண்ணத்திற்கிணங்க இந்த இரண்டு காரணிகளின் செய்வினை விளைவும் (product of cxv) ஒரு குறிப்பிட்ட மதிப்பை முட்டையின் புறப்பரப்பிலுள்ள ஒவ்வொரு புள்ளியிலும் கொண்டிருக்கிறது. இந்த மதிப்புகள் இடக்கிடப்பியல் ஆற்றல்களில் தோன்றும் வேறுபாடுகளை அளக்கும் அலகுகளாக அமைந்திருக்கின்றன. இங்கே நம்முடைய மூளைக்குத் தோன்றுகின்ற முதல் எண்ணம் எதுவென்றால் இங்கே நாம் இரண்டு பொருள்களுக்கிடையில் நடைபெறுகின்ற வேதியியல் செயல்விளைவுகளைப்பற்றி ஆராய்ந்து கொண்டிருக்கின்றோம் என்பதாகும். இந்த வேதியியல் செயல் விளைவு 'எடைச் செயல் விளைவு' விவரணத்திற்கு உட்பட்டே நடைபெறுகிறது என்பதும் தோன்றுகிறது.

எங்கே செய்வினை விளைவு (product) ஏதாவதொரு மதிப்பை விஞ்சி நிற்கிறதோ அங்கே செல்கள் உள்ளே உருண்டு செல்லும் பண்பைப் பெறுகின்றன. எங்கும் எல்லைக்குட்பட்ட மதிப்பு இருக்குமேயானால் அங்கு செல்கள் எல்லாத் திசைகளிலும் விரிவடையும் தன்மை தோன்றுகிறது. எங்கேனும் யோக் அடர்த்தி ஏதாவதொரு வரம்பற்ற மதிப்பிற்கு மேல் இருக்குமேயானால் அங்கு செல்கள் ஏறத்தாழ செயலற்ற நிலையில் காணப்படு கின்றன. டால்க், பாஸ்டீல்ஸ் ஆகியோர் தங்களின் கோட் பாடுகளிலிருந்து கருக்கோளத்தில் இடக்கிடப்பியல் ஆற்றல் எவ் வாறு சிதறிக்கிடக்கிறது என்பதை மிக அழகான முறையில் எடுத்துக் காட்டினார்கள் (படம் 38).

மேலே குறிப்பிட்டவைகளின் சாரத்தைப் பின்வருமாறு அறிவோம். முட்டைகளின் ஏற்றஇறக்கவாட்டங்களினால் முட்டை யின் முனைத்துவம் (polarity), சமச்சீரமைவு (symmetry) போன்ற வைகள் அடக்கி ஆளப்படுகின்றன. இது மட்டுமன்றி வேதியியல் வழிமாறுபாடுகளும் முட்டையின் ஏற்றஇறக்கவாட்டத்தின் செயலாலேயே தோற்றுவிக்கப்படுகிறது. இந்தப் பண்புகள்

முட்டையின் வெவ்வேறு பகுதிகளை வெவ்வேறு வகையான இடக்கிடப்பியல் ஆற்றல்களைக் கொண்டதாக ஆக்குகின்றன. கொடுக்கப்பட்ட தருணத்தில் இவைகள் செல்களின் இடம்



படம் 38.

நீர் நில வாழ்விகளின் வளர்ச்சியில் ஏற்ற, இறக்க வாட்டங்களின் பின்னிய செயல் விளைவுகளைக் காட்டுகிறது.

புறணிக்காரணி 'சி' முதுகுப்பக்கத்திலிருந்து (படத்தில் இடதுபக்கம்) வயிற்றுப் பக்கத்தை நோக்கி (படத்தில் வலதுபக்கம்) 'ஆல்ஃபா' என்ற கோட்டிற்கிணங்க குறைகிறது.

யோக் காரணி 'வி' கருவுணவுத் துருவத்திலிருந்து (படத்தில் கீழ்ப் பக்கம்) கருவளர் துருவத்தை நோக்கி (படத்தில் மேல் பக்கம்) 'பீட்டா' என்ற கோட்டிற்கிணங்கக் குறைகிறது.

சி × வி இன் பெருக்கல் பலன் 'எப்'-ல் உச்சநிலையில் இருக்கிறது (படத்தில் முதுகுப் பக்க ஓரத்திற்குரிய மண்டலத்தின் மையம்) மேலும் அங்கிருந்து படிப் படியாகக் குறைகிறது.

கோடுகள் 1,2,3,4,5 பெருக்கல் பலன் ஒரே மதிப்பைக் கொண்டிருக்கும் தளங் களைக் காட்டுகின்றன.

ஹெச் ஐ, கே எல் என்ற கோடுகள்; சி/வி இன் வீதம் சமமாகவுள்ள பரப்பைக் காட்டும் எல்லைக் கோடுகளாகும்.

பெயர்தலைத் தோற்றுவித்து அதன் விளைவாக இருபடைக் கோளமாக்கலும் அதிலிருந்து இடக்கிடப்பியல் வழித்தோற்றமும் நிகழ்கின்றன.

7. தூண்டலும் அமைப்பும்

(Induction and organisation)

இருபடைக் கருக்கோளாக்கம் நடைபெறும் காலம் முழுவதும் நடைபெறும் செல்களின் புலம் பெயர்தலும் மேலும் இந்தச் செல்கள் இடக்கிடப்பியல் செயற்பாடுகளுக்கு ஈடுபடுத்தப்பட்ட செல்களும் கருவின் வருங்கால உறுப்புகளை உருவாக்குவதற்குத் தேவைப்படும் சாதனப்பொருள்களைக் கொண்டு வருகின்றன. இவ்வாறு கொண்டுவரப்பட்ட செல்களை அவைகளின் அமைப்புப்படி எந்தெந்த இடத்தைச் சார்ந்தவைகளோ அந்தந்த இடங்களுக்குக் கொண்டுவரப்படுகின்றன. இந்த செல்கள் வேறொரு விளைவையும் கொண்டிருக்கின்றன. செல் கூட்டம் அல்லது தொகுதிகள் நம்பக்கூடிய அளவுக்குப் பிரிக்கப்பட்டிருந்தன. ஆனால், அவைகள் வேதியியல்வழி மாறுபாடடைதல் காரணமாக இயற்பியல், வேதியியல் நிலைகளில் மாற்றங்கள் தோன்றியதன் காரணமாக அவை இப்பொழுது மிக நெருங்கிய நண்பர்களாக ஆகியிருக்கின்றன. ஆகையால், இப்பொழுது அவை ஒன்றையொன்று மாற்றி அமைக்கும் திறமையைப் பெற்றிருக்கக்கூடும் என்ற ஐயமும் எழக்கூடும். இந்தப் புதிதாகத் தோன்றிய இடக்கிடப்பியல் தொடர்புகள் இந்த வழிகளில் புதிதான வேதியியல்வழி மாறுபாடடைதல் செய்முறைகளைத் தோற்றுவிக்கும். இடக்கிடப்பியல் செய்முறைகளின் விளைவால் கருவில் எண்ணத்தக்க இடஞ்சார்ந்த பல்வகைப்பாடு அதிகரித்திருக்கிறது.

இருபடைக் கருக்கோளாக்கம் நடைபெறும் காலம் முழுவதும் செல்களின் இயற்பியல், வேதியியல் அமைப்புகளில் மாற்றங்கள் தோன்றுவதை உண்மையாக அறிமுகப்படுத்தும் முகமாக பல காட்சியறிவுகள் இருக்கின்றன. ஊர்டிமான் (Woerdemann, 1933) நீர் நில வாழ்விகளின் கிளைகோஜன் அதிகமான ஓரத்துக்குரிய மண்டலச் செல்கள் கருக்கோளத் துளையின் வழியாக

உருண்டு உட்செல்லும் தருணத்தில் கிளைகோஜன் அளவு திடீரென்று குறைகிறது என்பதை முதன்முதலில் காட்டினார். பின்வரும் சோதனைகள், உட்பிதுக்கத்திற்கும் (invagination), கிளை கோஜன் (glycogen), சிதைவுறுதலுக்கும் இடையில் திட்டமிடப் படாத தொடர்புகள் இருந்தன என்பதை உறுதியாக்குகின்றன. எல்லாவற்றிற்கும் முதலாவதாகக் குறிப்பிட்ட காலத்திற்கு முன் பாகத் தோன்றிய இருபடைக் கருக்கோளத்தின் ஓரத்துக்குரிய மண்டலம் முதுகுப்புறச் சாதனப் பொருள்கள் மற்றொரு மூலத் தின் (germ) வயிற்றுப் பக்கத்தில் மாற்றி ஒட்டப்பட்டது. இவ் வாறு ஒட்டப்பட்ட பகுதி விருந்தோம்பியின் (host) கருக்கோளத் துளையின் வயிற்றுப்புற உதட்டின் மேலாகவோ இரண்டாவது கருக்கோளத்துளையின் ஓரத்தின் வழியாகவோ உட்செல்கிறது. இவ்வாறு செல்கள் உட்செல்வதும் கிளைகோஜன் மறைவதும் ஒன்றையொன்று ஒத்தே நடைபெற்றது. இரண்டாவதாக, கருவளர் துருவச் செயலெல்லைச் செல்கள் முதுகுப்புற ஓரத்துக் குரிய மண்டலத்தில் ஒட்டப்பட்டது. இந்தச் சாதனப் பொருள் களிலும்கூட கருக்கோளத் துளை வழியாகச் செல்கள் உள்ளே உருண்டு செல்லும்பொழுது கிளைகோஜன் சிதைவு நடைபெற்றது. இயல்பான வளர்ச்சியில் இந்தச் செல்கள் புறப்பரப்பி லேயே இருந்திருக்கிறது. கிளைகோஜன் முழுவதையும் கொண் டிருக்க வேண்டியவைகள் இவ்வாறு மாற்றி ஒட்டும்பொழுது உள்ளே செல்கின்றன. மூன்றாவதாக, முன்னால் குறிப்பிட்ட அதே சாதனப் பொருள்கள் கருக்கோளத்தில் ஏற்படுத்தப் பட்ட ஒரு சிறு துவாரத்தின் வழியாக நேரடியாகக் கருக்கோளத் தினுள் கொண்டு வரப்படுமேயானால் தன்னுடைய கிளைகோஜன் அளவை இழப்பதில்லை (Raven, 1933-35). முடிவில் ஓரத்துக் குரிய மண்டலச் (marginal zone) சாதனப் பொருள்கள் கருவி லிருந்து பிரித்தெடுக்கப்பட்டுத் தனியான ஊடகத்தில் வளர்க்கப் பட்டால், அவைகள் தங்களுடைய கிளைகோஜனை இழப்பதில்லை (Jaeger 1945). ஆகவே, இருபடைக் கருக்கோளாக்கம் நடை பெறும் காலம் முழுவதும் செல்கள் கருக்கோளத்தினுள் உருண்டு செல்வதன் நேரடி விளைவாகக் கிளைகோஜன் மறைகின்றது என்பது உண்மையெனக் கொள்ளத்தக்கதாகவே இருக்கிறது.

இச் சந்தர்ப்பத்தில் நீர் நில வாழ்விகளின் கருவில் காட்சியறிவாகக் கண்ட ரைபோநியூக்ளிக் அமிலம் (ribonucleic acid), சல்ஃபிஹைடிரில் கூட்டுப் பொருள்கள் (sulphydryl compounds) (Brachet, 1940-42), காரபாஸ்ஃபேட்ஸ் (alkaline phosphate) (Krugelis, 1947) போன்றவைகள் சிதறிக் கிடத்தலை இவ்விடத்தில் கண்டிப்பாகக் குறிப்பிட வேண்டியிருக்கிறது. ஒவ்வொரு

வகையிலும் இளநிலையில் அவைகள் வியாபித்திருக்கும் பண்பு ஒரே சீராகவே இருப்பது தெரிந்ததே. ஆனல், இருபடைக் கருக்கோளாக்கம் நடைபெறும் காலம் முழுவதும் ஒருபடித் தாகச் சிதறிக்கிடக்கும் தன்மை மாற்றப்பட்டு வேறொரு வகை யான சிதறல் தோன்றுகிறது. இவைகளில் தனித்தன்மை வாய்ந்த அடர்வு வேறுபாடுகள் மூலத்தின் வெவ்வேறு பாகங் களில் காணப்படுகின்றன.

எவ்வாறிருப்பினும் செல்களின் இயற்பியல், வேதியியல் அமைப்பிலுள்ள வேறுபாடுகள் போன்ற காட்சியறிவுகள் அரி தாகவே இருக்கின்றன. பெரும்பான்மையானவைகளில் வேதி யியல் வழி மாறுபாடடைதலை நேரடியாகக் காட்ட முடிவதில்லை. இவை இருபடைக் கருக்கோளாக்கம் நடைபெறும்பொழுது ஏற்படுகின்ற செல்களின் ஆற்றலில் ஏற்படுகின்ற மாறுதல் களினல் மறைமுகமாகவே தோன்றுகின்றன. நீர், நில வாழ்வி களில் இக் கருத்தைக் குறித்துச் சரியானதொரு கருத்தைக் கொண்டுள்ளோம்.

செல்களின் திசுவாக மாறும் ஆற்றல் (histo genetic potensus) அல்லது வேறுபாடடையும் ஆற்றலைப்பற்றி அறியும்படி அவைகளை மூலத்திலிருந்து ஒரு செல்தொகுதியாகப் பிரித்தெடுத்து உப்பு நீரில் பிரித்தெடுத்த நிலையில் தனிமையாக வளரவிட்டால் அவைகளின் வேறுபாடடையும் ஆற்றலைப்பற்றி ஆராய்ந்தறிய முடிவதாயிருக்கிறது. இந்த நிகழ்வு முறை எக்ஸ்பிளான் டேஷன் அல்லது ஒரு குறிப்பிட்ட செல் தொகுப்பை அதனு டைய மூலத்திலிருந்து பிரித்தெடுத்துத் தனியாக வளரவிடுதல் என்பதாகும் (explantation). டிரான்ஸ்பிளான்டேஷன் அல்லது பிரித்தெடுக்கப்பட்ட செல் தொகுப்பை வேறொரு கருவில் மாற்றி ஒட்டும் செய்முறையாகும் (transplantation). எக்ஸ் பிளான்டேசன் நிகழ்வு முறையில் அவைகளில் அடங்கிக் கிடக்கும் மாறுபாடடையும் செய்முறைகள் எந்தவிதமானதொரு குறிப் பிட்ட மாற்றும் ஆக்கக் கூறுகளுக்கு, ஈடுபடுத்தப்படவில்லை என்றும் நாம் ஊகித்துக் கொள்ளவேண்டும். இதுபோன்ற பரிசோதனைகள் நாம் எடுத்துக்கொண்ட செல்கள் தற்செயலாக அல்லது தன்னியல்பாக எதைச்செய்ய முடியுமோ அதையே செய்யும் என்பதைக் காட்டுகிறது. ஆகவே, இந்தச் செல்களின் தானகவே வேறுபாடடையும் சக்தியைப் (autonomous powers of differentiation) பற்றிய நுண்ணறிவை நமக்குக் கொடுக்கின்றன. செல்கள் வேறொரு கருவில் மாற்றி ஒட்டப் படும்பொழுது அங்கே அவைகளைச் சுற்றி அமைந்திருக்கும் விருந்தோம்பித் (host) திசுக்களின் செயலுக்கு உட்படுத்தப்

படுகின்றன. இந்தச் சக்தி இடத்திற்கும், ஒட்டப்படும் காலத்திற்கும் தகுந்தாற்போல் வேறுபடும். இதன் விளைவாக வெவ்வேறு வழிகளில் விரிந்து செல்லும் வேறுபாடடைதல் நிகழக்கூடும். தமக்குள் ஒத்த செல் தொகுப்புகளை விருந்தோம்பியின் வெவ்வேறு பண்புகளையும், வயதையும் கொண்ட வெவ்வேறான பகுதிகளில் மாற்றி ஒட்டினால் அந்தப் பொருளில் நிகழக்கூடிய மாறுபாடடைதலின் வீச்சினைப் (range of possible differentiation) பற்றி ஆராய முடியும்.

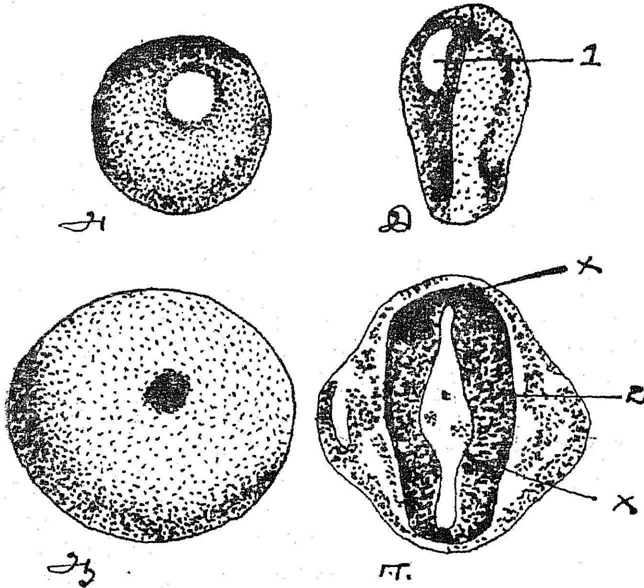
நீர் நில வாழ்விகளின் இள இருபடைக் கோளங்களின் வெவ்வேறு பாகங்களின் மாறுபாடடையும் ஆற்றல் இந்த நிகழ்முறைகளின் வழியாக அறியப்பட்டிருக்கின்றன. அதிலிருந்து கீழ்க்கண்ட முடிவுகள் கிடைத்திருக்கின்றன. கருவுணவுத் துருவச் செயலெல்லைப் பொருள்கள் தனதாகவே மாறுபாடடையும் (self differentiation) பண்பை வலிவுடைய நிலையில் ஆரம்பத்திலிருந்தே வைத்திருக்கிறது. ஹோல்ட் ஃபிரட்டர் (Holt Freter, 1931) இப் பொருளை உப்பு நீரில் வளர்த்தார். அவை எப்பித்தீலியல் சுவரைக் கொண்ட பைகளாக (vesicles) மாறுபாடடைந்தன (differentiated). நாம் வெட்டி எடுத்த பகுதி (explant) எந்த இடத்திலிருந்து தோன்றியதோ அந்த இடத்திற்குத் தகுந்தாற்போல் இந்த எப்பித்தீலியத்தின் அமைப்பு வேறுபட்டது. சில சமயங்களில் இந்த எப்பித்தீலியத்தின் அமைப்பு மூலக்குடலின் செவுள்பாக எப்பித்தீலியத்தின் அமைப்பையொத்ததாக இருந்தது. மற்றைய நேரங்களில் வயிறு அல்லது நடுக்குடல் எப்பித்தீலியத்தின் பண்பைக் கொண்டிருந்தது. இது கருவுணவுத் துருவச் செயலெல்லையினுள்ளும் மாறுபாடடையும் ஆற்றலில் பண்படிப்படையான வேறுபாடுகள் இருப்பதைக் காட்டுகின்றது. அதே நேரத்தில் இந்தப் பொருளில் நிகழக்கூடிய மாறுபாடடைதலின் வீச்சும் ஓர் அளவுக்குட்பட்டதாகவே இருக்கிறது. கருவுணவுத் துருவப் பொருள்கள் மாற்றி ஒட்டப்பட்டால் அது அகஅடுக்குத் திசுக்களையே உருவாக்குகிறது. இது இந்தச் செல்களின் உள்ளார்ந்த மாறுபாடடையும் போக்கை (differentiation tendency) சூழ்நிலை ஆக்கக் கூறுகள் வேறொரு திசையில் மாற்றி அமைக்கும் திறனைச் செலுத்தினாலும் அவைகளுடைய சக்தியைச் சமாளித்துக் கொள்ளமுடியும் என்பதை உறுதிப்படுத்துகிறது.

ஓரத்துக்குரிய மண்டலத்தைச் சார்ந்த பொருள்களும் உள்ளார்ந்த மாறுபாடடையும் திறமையைக் கொண்டிருப்பதாகத் தோன்றுகிறது. ஹோல்ட் ஃபிரட்டருடைய (Holt Freter) எக்ஸ்பிளான்டேசன் (explantation) சோதனைகளில் தனியாகப் பிரிக்கப்பட்ட

செல்கள் முதுகுத்தண்டாகவும், சிறுநீரக எப்பித்தீலியமாகவும் வேறுபாடடைந்தன. ஓரத்துக்குரிய மண்டலத்துள்ளுங்கூட (marginal zone) வேறுபாடடையும் ஆற்றலிலும் 'பண்படிப் படையான வேறுபாடுகள் இருக்கின்றன. இதனுடைய முதுகுப் புறப்பாகத்தில் முதுகுநாணை உண்டாக்கும் இயற்சாய்வு ஆற்றல் மேம்பாடுடையதாக இருக்கிறது. மற்றைய பகுதிகளில் தசைத் திசுவை (muscular tissue) உண்டாக்கும் இயற்சாய்வு ஆற்றல் மேம்பாடுடையதாக இருக்கிறது என்பதைப் பாட்ஸ்மேனின் (Bantzmann's) மாற்றி ஒட்டும் சோதனைகள் மெய்யெனக் காட்டு கின்றன (transplantation). ஆனால், ஓரத்துக்குரிய மண்டலத் தின் வெவ்வேறு பாகங்களின் மாறுபாடடையும் வழிமுறைகள் மாற்றமுடியாதபடி முடிவு செய்யப்படவில்லை. ஹோல்ட் ஃபிரட்டரின் சோதனைகளில் இதே பொருள்களிலிருந்து முதுகு நாணும் தசையும் கிட்டத்தட்ட எப்போதும் உடனிகழ்வாகவே தோன்றிற்று. வெட்டி எடுக்கப்பட்ட பகுதி அதிகமாக இருந்தால் புறஅடுக்குத் திசுக்களையுங்கூடத் தோற்றுவித்தன (Lopashov, 1935). இயல்பான வளர்ச்சியில் இருப்பதைவிட உண் மையாகவே ஓரத்துக்குரிய மண்டலப்பொருள்கள் விரிவான மாறுபாடடைதல் நிகழக்கூடிய வீச்சினைக் கொண்டிருக்கிறது என்பது வெளிப்படுகிறது.

ஆகவே, கருவுணவுத் துருவச் செயலெல்லைச் செல்களும் ஓரத் துக்குரிய மண்டலச் செல்களும் இருபடைக் கருக்கோளாக்கத் தின் ஆரம்பத்தில் உள்ளார்ந்த தன்னியல்பாகவே வேறுபாட டையும் திறமையைக் கொண்டிருக்கின்றன. மேலும் அவைகள் எங்கும் ஒரே சீராகக் காணப்படாமல் வெவ்வேறிடங்களில் நிறைந்துள்ள பொருள்களில் பண்படிப்படையிலான வேறுபாடு களையும் கொண்டிருக்கின்றன. அடுத்தாற்போல் கருவளர் துருவச் செயலெல்லை மேலே குறிப்பிட்டதிலிருந்து முற்றிலும் மாறு பட்ட நிலையையே காட்டுகிறது. கருவளர் துருவச் செயலெல்லையி லிருந்து பிரித்தெடுக்கப்பட்ட செல்களை உப்புக் கரைசலில் வைத்தால் ஒழுங்கற்ற செல் திரள்களை மட்டுமே தோற்று விக்கிறது. இதில் ஒவ்வொரு தனிச்செல்லும் பொதுவான அமைப்பிலிருந்து மாறுபட்டே காணப்படுகிறது. இதனோடு மீசன்கைம் (mesenchyme) அல்லது நடுப்படைச் செல்கள் சேர்ந் திருந்தால் பைகள் (vesicles) தோன்றுகின்றன. இந்தப் பைகளின் சுவர்கள் எப்பித்தீலியத்தால் ஆனவை. இந்த எப்பித்தீலியச் செல்கள் இயல்பான புறப்படையின் செல்களைப் போன்றே இருக்கின்றன. இங்கே தன்னியல்பாக வேறுபாடடையும் (self differentiation) திறமை இன்னும் குறைவாகவே இருக்கிறது

என்பதைக் காட்டுகிறது. இதற்குமாறாக இங்கே மாறுபாடடைதல் நிகழக்கூடிய வீச்சு (range of possible differentiation) இன்னும் உண்மையாகவே அளவில்லா நிலையில் இருக்கிறது. பரந்த பல



படம் 39.

இளநிலை இருபடைக் கருக்கோளப் படிநிலை—அநுமானப் புற அடுக்கை ஒவ்வா ஒட்டுமுறையில் மாற்றிப் பொருத்தப்பட்டிருக்கிறது.

அ. டிரைட்டான் கிரிஸ்டேட்டஸின் ஒரு பகுதி டிரைட்டான் டேனியேட்டஸ் இருபடைக் கருக்கோளில் மாற்றி ஒட்டப்பட்டிருக்கிறது.

ஆ. டிரைட்டான் டேனியேட்டஸின் ஒரு பகுதி டிரைட்டான் கிரிஸ்டேட்டஸ் இருபடைக் கருக்கோளில் மாற்றி ஒட்டப்பட்டிருக்கிறது.

இ. 'அ' விலிருந்து தோன்றிய டேனியேட்டஸ் வளர்கரு நியுருலாப்படிநிலையில் மாற்றொட்டு (வெளிர்க் குத்துகள்) நரம்புத் தட்டின் முன் பகுதியில் இருக்கிறது.

ஈ. டேனியேட்டஸ் லார்வா முதிர்நிலையில் குறுக்காக வெட்டப்பட்டு இருக்கிறது. மூளைச் சுவரின் ஒருபகுதி இரண்டு எக்ஸ் குறிகளுக்கு இடையில் இருக்கிறது. இந்தச் சுவர் வெளிர்நிற கிரிஸ்டேட்டஸ் ஒட்டிலிருந்து வளர்ச்சியுற்றிருக்கிறது. இந்த ஒட்டு புதிய சூழ்நிலைக்கேற்ப மூளைத் திசுக்களை உண்டாக்கி இருக்கிறது.

1. ஒட்டு, 2. 'X' குறிகளுக்கு இடையில் மூளை.

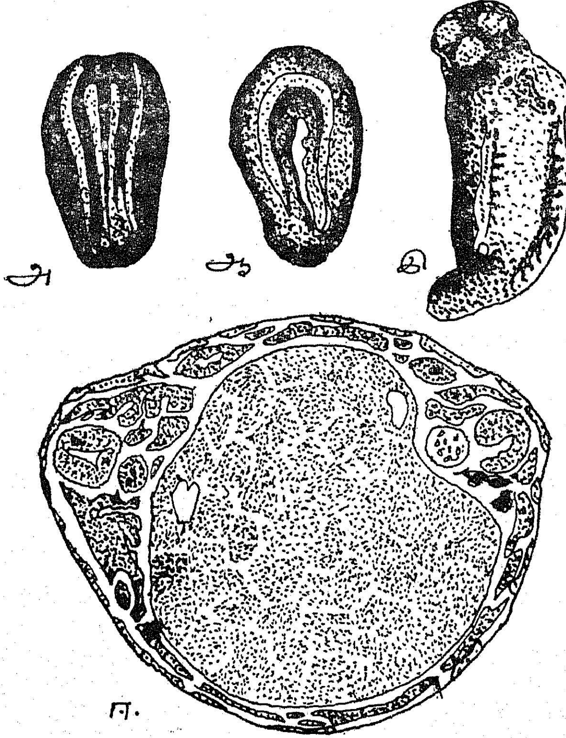
வகையான மாற்றிப் பொருத்தும் (transplantation) சோதனைகள் கருவளர் துருவச் செயலெல்லைச் செல்கள் தசையாகவோ, நரம்புத் திசுவாகவோ, சிறுநீரகமாகவோ, கல்லீர

லாகவோ வேறுபாடடைகின்றன என்பதைக் காட்டுகின்றது. வேறுவகையில் சொன்னால் உடலின் எல்லாத் திசுக்களும் இந்தப் பொருளால் உண்டாக்கப்படமுடியும். அது இன்னும் சர்வ ஆற்றலைக் (omnipotent) கொண்டிருக்கிறது (Holt Freter, 1935 ; Raven, 1935). இது பற்றிய வகையில் கருவளர் துருவத்தினுள் இடஞ் சார்ந்த வேறுபாடுகள் காணப்படுவதில்லை. வருங்கால வாழ்விற்குரிய நரம்புத்தட்டு அல்லது முதுகுப்புறப் பாதியிலுள்ள செல்கள் வயிற்றுப்புறப் பாதியிலுள்ள செல்களைப் போலவே அல்லது வருங்காலப் புறஅடுக்கைப் போலவே முழுமையாகச் செயலாற்றுகின்றன (படம் 35). கருவளர் துருவச் செயலெல்லையிலுள்ள இந்த இரண்டு பகுதியிலுள்ள பாகங்களை ஒன்றுக்கொன்று மாற்றினால் புதுச் சூழ்நிலையில் முரண்பாடில்லாத நிலையில் அவைகளைப் பொருத்திக் கொள்வதோடல்லாமல் ஒன்றையொன்று மாற்றீடு செய்து கொள்ளவும் முடிகிறது (Spemann, 1918) (படம் 39). வெளிப்படையாகக் கருவளர் துருவச்செயலெல்லைச் செல்கள் வெகுவாக இடைநிலைப்பட்ட பண்புடையதாகவே இருக்கின்றன. அவைகளின் வேதியியல் வழி மாறுபாடடைதல் இன்னும் மிக அருகலான நிலையிலேயே இருக்கிறது.

இப்பொழுது இந்தப் பொருளில்தான் இருபடைக் கருக்கோளாக்கம் நடைபெற்றுக் கொண்டிருக்கும் காலம் முழுவதும் வேதியியல்வழி வேறுபாடடைதல் முன்னேறிச் செல்கிறது. அதோடு நில்லாமல் சம்பந்தப்பட்ட வேறுபாடடைதல் ஆற்றல் மாற்றி அமைக்கப்படுவதும் மிகத் தெளிவாக வெளிப்படையாகத் தெரிகின்றன. இருபடைக் கருக்கோளாக்கம் நடைபெற்ற பின் குழலுடைய நிலையில் (neurula stage) மாற்றிப் பொருத்தல் முறையிலும் (transplantation), ஒரு சிறு பகுதியை வெட்டி எடுத்துத் தனியாக வளரவிடும் முறையிலும் (explantation) ஆராய்ச்சி செய்தால் புறஅடுக்கின் ஆற்றல் முற்றிலும் வேறுபட்டதாக இருக்கிறது. இந்த நிலையில் புற அடுக்குச் செல்களின் மாறுபாடடையும் ஆற்றல் ஒருபொழுதும் ஒத்தநிலையில் இருந்ததில்லை. தோல் புறஅடுக்கினுள் நரம்புத் தட்டின் (neural plate) ஒரு பகுதியை மாற்றிப் பொருத்தினால் நரம்புத் திசுவைத் தோற்றுவிக்கும். இதற்கு மாறாக நரம்புத் தட்டினுள் காணப்படும் அயல் சூழ்நிலையினுள் ஒரு துண்டு தோல் புற அடுக்கை மாற்றி ஒட்டினாலும் இன்னும் புற அடுக்கையே தோற்றுவிக்கும் (Spemann, 1918). ஒரு துண்டு நரம்புத்தட்டின் பகுதியை வெட்டி எடுத்துச் சாதகமான ஊடகத்தில் வளர்த்தால் நரம்புத் தகட்டின் பொருள்கள் நரம்புத் திசுவாகவும், தோல் புயப்படையாகவும் மாறுபாடடைந்தன. ஆனால், இங்கே மீசன்கைம் செல்கள்

இருந்தால் புற அடுக்காகத் (epidermis) தோன்றின (Holt Freter, 1931). புறப்படையின் இரண்டு பாகங்களும் இப்பொழுது வெவ்வேறான மாறுபாடடையும் ஆற்றலை முயன்று அடைந்திருக்கின்றன என்பது வெளிப்படையாகத் தெரிகிறது. அதே நேரத்தில் மாறுபாடடைதல் நிகழக்கூடிய வீச்சு (range of possible differentiation) குறைக்கப்பட்டிருக்கிறது. அயல் சூழ்நிலையில் புறப்படைப் பகுதிகள் மாற்றி ஒட்டப்பட்டால் புறப்படைச் செல்கள் புறப்படைத் திசுக்களை மட்டுமே தோற்றுவிக்கும்; ஆனால், தசைத்திசு, முதுகுநாண், மூலக்குடல் போன்றவைகளை ஒருபொழுதும் தோற்றுவிப்பதில்லை (Mangold, 1923). கருவளர் துருவப் பொருள்களில் வேதியியல் வழி மாறுபாடடைதல் முன்னேறிச் சென்றிருக்கிறது. ஆனால், அதனுடைய பாகங்கள் இருபடைக் கருக்கோளாக்கம் நடைபெற ஆரம்பித்த காலத்தில், இருந்ததற்கு ஒப்பாகவே இருக்கிறது என்பதை இச் சோதனைகள் காட்டுகின்றன. செல்கள் ஒரு குறிப்பிட்ட திசையில் செல்வதற்கு முடிவு செய்யப்பட்டு விட்டன; அவை, ஒரு குறிப்பிட்ட உறுதியான மாறுபாடடைதல் வழிக்கு நிர்ணயிக்கப்பட்டு விட்டன (determined). இந்த நிர்ணயிக்கப்படும் செயல் எப்படி நடைபெறுகிறது என்பது கேள்விக்குரிய ஒன்று. ஸ்பீமன் (Spemann, 1918) சோதனைகள் இக் கேள்விக்குத் தெளிவான விடையை அளித்திருக்கின்றன. ஓரத்துக்குரிய மண்டலத்தின் முதுகுப் புறப் பகுதிப் பொருள்கள் தனித்தன்மை வாய்ந்த பண்புகளைப் பெற்றிருப்பதுபோலத் தோன்றுகின்றன. இருபடைக் கருக்கோளாக்கம் நடைபெற்றுக்கொண்டிருக்கும்பொழுது இப்பொருள்கள் கருக்கோளத்துளையின் முதுகுப்புற உதட்டின் மேற்புறப்பகுதி வழியாக உருண்டு உள்ளே சென்று உடனடியாக மூலக்குடலின் (archenteron) கூரையை அமைக்கிறது. அதிலிருந்து முதுகுநாண் (notochord), உடலின் தசைத்துண்டுகள் (somites) தோன்றுகின்றன. ஸ்பீமன் (Spemann) இருபடைக் கருக்கோளாக்கம் தோன்றுவதற்கு முன்னுள்ள நிலையில் இப்பொருளின் ஒரு பகுதியை வெட்டியெடுத்து அதே வயதைக் கொண்ட வேறொரு மூலத்தின் வயிற்றுப் பக்கத்தில் மாற்றிப் பொருத்தினார். இப் பகுதியில் நரம்புத் தகடு, முதுகுநாண், உடல் சதைத்துண்டுகள் (somites) ஆகியவற்றைக் கொண்ட முழுமையான கருவின் மூலமுதல் தோன்றியது (primordium). ஸ்பீமனின் மாணவரான ஹில்டிமேன்கோல்டு (Hildemangold), இச் சோதனையைப் பலமுறை திரும்பத்திரும்பச் செய்தார். அவர் தன்னுடைய சோதனைகளில் இரு வேறுபட்ட இனங்களை ஒவ்வா மாற்றிப் பொருத்தல் (hetero plastic transplantation) முறைக்குப் பயன்படுத்தினார். அவர் மாற்றி ஒட்டப்படும் பகுதியை

(graft) டிரைட்டான் கிரிஸ்டேட்டஸ் (triton-cristatus) என்ற இனத்தின் கருக்கோளத் துளையின் முதுகுப் புறத்திலிருந்து வெட்டி



படம் 40.

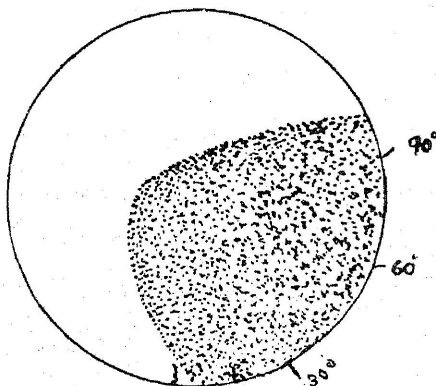
நீர், நில வாழ்விகளில் தூண்டியியக்கக் கூறுவின் செயல்கள்.

அ. டிரைட்டான் டேனியேட்டஸ் நியுருலா.
இது (ஆ) துணைநிலை நரம்புத்தட்டை வயிற்றுப் புறத்தில் வைத்திருக்கிறது. இந்த ஒட்டு டிரைட்டான் கிரிஸ்டேட்டஸ் முதுகுப்புற ஓரத்துக்குரிய மண்டலப் பொருள்களைத் தூண்டுகிறது. இந்த மாற்றேட்டின் ஒருபகுதி (வெள்ளைப் பட்டை) நரம்புத் தட்டில் காணப்படுகிறது.

ஆ. டிரைட்டான் டேனியேட்டஸ் வளர்கரு. இது துணைநிலை — வளர்கருவின் முதல் மூலத்தை, அதனுடைய இடப்பக்கத்தில் வைத்திருக்கிறது. (துணை நிலை வளர்கருவில் நரம்புத் தட்டு, சதைத் துண்டுகள், செவிப் பைகள் வால்மொட்டு போன்றவைகள் இருக்கின்றன)

இ. 'இ'-யின் குறுக்கு வெட்டுத் தோற்றம்.
இதில், முதல் நிலை வளர்கரு இடப்பக்கத்தில் துணைநிலையிலே முதல் வலப் பக்கத்தில் உள்ளது. பின்னது தூண்டியியக்கக் கூறுவின் வெளிர் திசுக்களையும், ஒப்புயிரின் கருமைப் பொருள்களையும் கொண்டிருக்கிறது.

எடுத்து அப் பகுதியை டிரைட்டான் டேனியேட்டஸ் (triton taeniatus) என்ற இனத்தின் வயிற்றுப் பகுதியில் மாற்றிப் பொருத்தினார். ஒட்டிலிருந்து துணைநிலைக் கருவின் (secondary embryo) ஒரு பகுதி மட்டும் தோன்றியது என்பது உண்மையானதே என்பது தெளிவாயிற்று. ஒட்டு தனித்தன்மையான இடக்கிடப்பியல் ஆற்றலுக்கு உட்பட்டு உண்மையாகவே கருக்கோளத்தினுள் சென்றது. அது முதுகுநாண், உடல் துண்டு (somites) என்ற இரண்டையும் உண்டாக்கியது. எவ்வாறிருந்த போதிலும் துணைநிலைக்



படம் 41.

அமைப்பாண்மை மையத்தின் பரப்பு
(குத்திட்ட பகுதி)

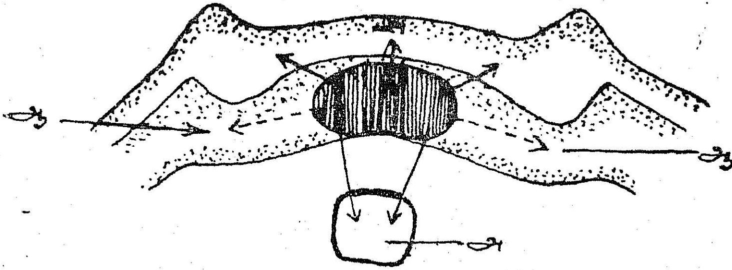
டிரைட்டான் டேனியேட்டஸ் இருபடைக் கருக்கோளாக்க ஆரம்பப் படிநிலையில் காணப்படுகிறது. மூலமுதல் இடப்பக்கமிருந்து பார்க்கப்படுகிறது. வளைவுக் கோடு கருக்கோளத் துளையின் பள்ளத்தைக் குறிக்கிறது.

கருவின் நரம்பு முதல் மூலம் (neural primordium) இந்த ஒட்டிலிருந்து தோன்றவில்லை; ஆனால், முழுமையாகவோ அதனுடைய பெரும்பாலான பகுதியோ, அதன்மேல் காணப்படுகின்ற விருந்தோம்பி (host) புற அடுக்கிலிருந்தே தோன்றுகிறது (படம் 40). ஒட்டு விருந்தோம்பிச் செல்களில் வளர்ச்சியை ஒரு குறிப்பிட்ட வழிமுறையில் அமையுமாறு வலியுறுத்தியுள்ளது என்பது இதிலிருந்து தெரியவருகிறது. இது, அவைகளை ஏதாவதொரு வழியில் மாறுபாடடையும் வண்ணம் தூண்டிற்று (induced). இது எவ்வகையிலேனும் குழப்ப நிலையுடைய திசுக்களின் திரட்சி தோன்றுவதற்கு வழி நடத்திச் செல்வதில்லை. ஆனால், வெவ்வேறு உறுப்புகள் விருந்தோம்பியும் ஒட்டும் ஒருங்கிணைந்த கூட்டுமுயற்சியினால் தோற்றுவிக்கப்பட்டன. இது இடக்கிடப்பியல் அமைப்பில் ஒன்றுக்கொன்று நெருங்கிய உறவைக் காட்டுகிறது. ஒட்டு

ஓம்புயிர் ஆகிய இரண்டும் சேர்ந்து இயல்பான முறையில் அமைக்கப்பட்ட கருவைத் தோற்றுவித்துள்ளன. மிகச் சாதகமான எடுத்துக்காட்டுகளில் இது மிகவும் மேலோங்கிச் சென்று துணை நிலைக் கருவின் முன்முனை தெளிவான தலையாகவும் தலையில் மூளை, கண்கள் காதுப்பைகளும் அதே நேரத்தில் பின் முனையில் வால் மொட்டையும் கொண்டு தோன்றுகிறது. அதன்பின் துணை நிலைக்கருவை (secondary embryo) முதல்நிலைக் கருவிலிருந்து பிரித்தறிய வேண்டுமானால் அவைகளுடைய பரிமாணத்தையே அடிப்படையாகக் கொள்ளவேண்டும். துணைநிலைக்கரு பரிமாணத்தில் சற்றுச் சிறியதாகவே இருக்கிறது. இக் காரணங்களின் அடிப்படையில் ஸ்பீமன் (Spemann) இது போன்ற ஒட்டுப் பொருள்களைத் தூண்டியியக்கும் கூறு (organiser) என்று அழைத்தார். இது தோன்றிய இடமாகிய முதுகுப்புற ஓரத்துக்குரிய மண்டலத்தைக் கருவின் இணைத்துருவாக்கும் மையம் (organisation centre) என்று அழைக்கிறார்கள். இந்த வழியில் ஸ்பீமன் இயல்பான வளர்ச்சியில் இப் பரப்பு ஒரு முக்கிய பங்கை வகிக்கிறது என்ற கருத்தை வாய்விட்டுக் கூறினார். பாட்ஸ்மேன் (Bautzmann, 1926), இணைத்துருவாக்கும் (organisation centre) மையத்தின் உண்மையான எல்லைகளை முடிவு செய்தார். இருபடைக் கருக்கோளாக்கத்தின் ஆரம்பகாலத்தில் தூண்டியியக்கும் கூற்றின் ஆற்றல் ஓரத்துக்குரிய மண்டலத்தின் முதுகுப்புறப் பாதியில் குறிப்பாக அமைந்திருக்கிறது. இப் பாதி இயல்பான வளர்ச்சியில் முதுகு நாணையும் உடல் துண்டுகளையும் அல்லது சோமைட்டுகளையும் தருகின்றன (படம் 41).

ஸ்பீமன், ஹில்டிமான்கோல்டு (Spemann, Hildemangold) ஆகிய இருவரின் பரிசோதனைகள் துணைநிலைக் கருவின் உறுப்பு எல்லைகள் ஒட்டிலும் விருந்தோம்பியிலும் உள்ள உறுப்புகளின் எல்லைகளோடு ஒத்திருந்ததாகத் தோன்றவில்லை என்பதைக் காட்டின. சிலவகைகளில் ஒட்டிய பகுதி உருண்டு உள்ளே செல்லாமல் வெளிப்பரப்பிலேயே இருந்து புற அடுக்குடன் தொடர்பு கொண்டுள்ளது. இது பின் துணைநிலைக்கருவின் நரம்புத்தக்கட்டுடன் உள்ளார்ந்த பொருளாக்கப்படுகிறது. ஆகவே நரம்புத்தக்கட்டின் பாதி ஒட்டிய திசுப் பகுதியிலிருந்தும் எஞ்சிய பாதி விருந்தோம்பித் திசுவிலிருந்தும், பெற்ற கதம்ப உறுப்பு அல்லது கைமேரா (chimaera) என்றழைக்கப்படுகிற ஒன்றுகத் தோன்றுகிறது (படம் 40 ஆ, ஈ) இது போன்றதொரு கதம்ப உருவமைப்பு சில சமயங்களில் துணைநிலைக் கருவின் முதுகுநாண் உடற்கூறுக்கண்டம் (somite) போன்றவைகளில் காணப்படுகிறது. ஒட்டைச் சுற்றியுள்ள விருந்தோம்பியின் வயிற்றுப்புற நடுப்

படை, இந்த இரண்டு உறுப்புகள் தோன்றுவதில் பங்கு கொள்வதால் உண்டாயிற்று (படம் 40 அ). இதிலிருந்து ஒட்டப்படும் பகுதியின் தூண்டியியக்கும் செயல் அதன்மேல் காணப்படும் புற அடுக்கிலும், அதன் கீழ்க்காணப்படும் அக அடுக்கிலும், அதனுடைய செயலை வெளிக்காட்டுவதோடல்லாமல், நடு அடுக்கிலுள்ள (mesoderm) ஒவ்வொரு செல்லுக்கும் உண்மையாக நீட்டப்படுகிறது என்பது பொருள். ஆகவே விருந்தோம்பி நடு அடுக்கின் வளர்ச்சி இயற்கைக்குமாருக, மாற்றுத் திசையில் செல்லும்படி இருக்கிறது. ஆகவே இந்த இரண்டு வகையான வளர்கரு தூண்டியியக்கத்திற்கும் இடையிலுள்ள வேறு



படம் 42.

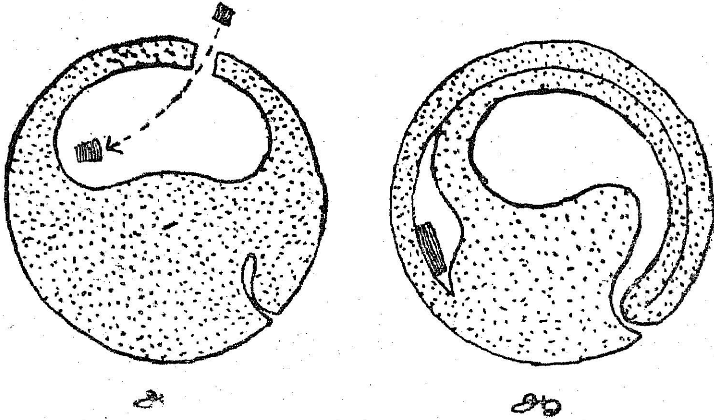
வளர்கருவின் முதுகுப்புறப் பக்கத்தின் வழியாகக் குறுக்காக வெட்டப்பட்டிருக்கிறது. படம் தொடு தூண்டியியக்கத்தையும், முன்னேற்றத் தூண்டியியக்கத்தையும் விளக்குகிறது.

அ. தூண்டியியக்கக் கூறு, அதன் மேலுள்ள புற அடுக்கிலும், கீழுள்ள அக அடுக்கிலும் தொடு தூண்டியியக்கச் செயல்விளைவுகளை ஏற்படுகிறது.

ஆ. முன்னேற்றத் தூண்டியியக்கத்தினுல் அதைச் சூழ்ந்துள்ள நடு அடுக்கிலும் செயல்விளைவுகளை ஏற்படுத்துகிறது.

பாட்டைத் தெளிவாக அறிய வேண்டியிருக்கிறது. அவைகள் முறையே 1. தொடு நிலைத்தூண்டுதல் (induction by contact) : தூண்டியிருக்கும் ஆக்கக்கூறுக்கும் (inductor) எதிர்ச்செயல் விளைவுபடும் பொருள்களடங்கிய எதிர்ச்செயல் விளைவு மண்டலமும் (reaction-system) நெருங்கிய தொடர்புடையதாக இருக்கின்றன. 2. படிப்படையாக முன்னேறிச் செல்கிற தூண்டுதல் (progressive induction) : இது ஒரே சீரான, தொடர்ச்சியான செல் அடுக்குகளில் ஒரு செல்லிலிருந்து மற்றொரு செல்லுக்கு விரிந்து கிடக்கிறது. (படம் 42). இயல்பான வளர்ச்சியில் முதுகுப்புற ஓரத்துக்குரிய மண்டலப் பொருள்கள் அல்லது இணைத் துருவாக்கும் மையம் (organisation centre) இருபடைக் கருக்கோளாக்கம் நடைபெற்றுக்கொண்டிருக்கும்பொழுது, உட்

பிதுக்கப்பட்டு மூலக்குடலின் (archaenteron) கூரையை உருவாக்குகிறது. அது குறிப்பாக புற அடுக்கின் எப் பகுதி பிற் காலத்தில் நரம்புத் தகடாக மாறுபாடடையுமோ, அக் குறிப்



படம் 43.

உட்புகுத்தும் செய்முறையின் விளக்கம

அ. ஒரு சிறிய வெட்டின் வழியாக மாற்றி நடும் பொருள் கருக்கோளக் குழியினுள் உட்செலுத்தப்படுகிறது.

ஆ. இருபடைக் கருக்கோளாக்கம் நடைபெறும்பொழுது ஓம்புயிரின் மூலக்குடல் உட்பிதுங்குவதால் ஓம்புயிரின் வயிற்றுப் பக்கத்துப் புற அடுக்கிற்கு எதிரில் இருக்குமாறு ஒட்டு தள்ளப்படுகிறது.

பிட்ட பகுதிக்குக்கீழே அமைந்திருக்கிறது. இங்கே தொடு நிலைத் தூண்டுதல் என்ற கோட்பாடு உண்மையென்றே தோன்று கிறது. நரம்புத் தகடாக ஆக்கப்படுதல் அதன் கீழ்க் காணப் படும் மூலக்குடலின் கூரைப்பகுதியினாலேயே நடைபெறுகிறது. மார்க்ஸ் (Marx, 1925) பின்னால் கூறப்பட்ட பொருள் உண்மை யாகவே தூண்டியியக்கும் ஆற்றலை வைத்திருக்கிறது என்பதைக் காட்டினார். அவர் வயதான இருபடைக் கருக்கோளத்தின் மூலக்குடலின் ஒரு பாகத்தை வெட்டியெடுத்துக் கருக்கோளத் தின் கருக்கோளக் குழியில் இருக்குமாறு செய்தார். கருக் கோளத்தின் சுவரில் உண்டாக்கப்பட்ட துளை விரைவிலேயே ஆறியது (படம் 43 அ). விருந்தோம்பியின் இருபடைக் கருக் கோளாக்கம் நடைபெறும் காலத்தில் கருக்கோளக்குழி மூலக் குடலினால் குறைக்கப்பட்டது. ஆகவே மாற்றிப் பொருத்தப் பட்டது (implant) புற அடுக்கிற்குக் கீழே அமைந்திருக்கிறது. ஆகையால் அது அதனகத்தே கொண்டுள்ள தூண்டியியக்கும்

ஆற்றலைச் செலுத்துகின்றதொரு இடத்திலேயே அமைந்திருந்தது (படம் 43 ஆ). இந்த மாற்றி உட்புகுத்தும் (insertion method) செயல் வழிமுறை மிகவும் செயலுரமிக்க வழி என்பதை மெய்ப்பித்தது. இச் செயல் வழிமுறை ஏதாவதொரு மாற்றி ஒட்டியதன் தூண்டியியக்க ஆற்றலை அறியுமுகமாகச் செய்யப்படும் ஆராய்ச்சிகளில் பெரும்பாலும் கையாளப்படுகிறது. மார்க்ஸின் (Marx) சோதனைகளில் மூலக்குடலின் கூரைப் பகுதியைக் கொண்ட மாற்றி ஒட்டிய பகுதிக்கு மேலுள்ள புறஅடுக்கு தெளிவான நரம்புத் தகடாகவே வளர்ந்தது. ஆகவே மூலக் குடலின் கூரைப்பகுதிப் பொருள்கள் தூண்டியியக்கும் ஆற்றலைப் பெற்றிருக்கின்றன என்பது மெய்ப்பிக்கப்படுகிறது. இந்த வழி முறைகளில் இயல்பான வளர்ச்சியில் நரம்பு மூலத்தின் முடிவு கட்டும் திறனைத் தெளிவுபடுத்தியது. நரம்புத் தகட்டின் இடமும் பரிமாணமும், அதன் கீழே மூலக்குடலின் கூரை அமையும் இடத்தையும் பரிமாணத்தையும் சார்ந்தே இருக்கிறது என்பது வெளிப்படையாக அறியப்படுகிறது. ஸ்பீமன் (Spemann) இதற்கு மேலும் அமைப்பாண்மை மையத்தினுள் பண்படிப்படையான வேறுபாடுகள் உள்ளன என்பதைக் காட்டினார். இப் பண் படிப்படையான வேறுபாடுகளே நரம்புத் தகட்டின் இடஞ் சார்ந்த வேறுபாடடைதலுக்குப் பொறுப்புடைவையாக இருக் கின்றன. ஓரத்துக்குரிய மண்டலத்தின் உள்ளிழுக்கப்பட்ட முதற் பகுதி, மூலக்குடலின் முன்பகுதியில் தலைப் பகுதியிலிருக்குமாறு அமைந்திருக்கிறது. குறிப்பாக இது நரம்பின் முதல் மூலத்தின் தலைப்பகுதியைத் தூண்டுகிறது. அதாவது, மூளை, கண்கள், காதுப் பைகள் போன்றவைகளைத் தூண்டுகிறது. இதன்பின் உட்பிதுக்கப்படும் பொருள்கள் மூலக்குடலின் கூரையின் வால் பகுதியை உருவாக்குகிறது. இது நரம்பு முதல் மூலத்தின் வால் பகுதியைத் தூண்டுகிறது. அதாவது முதுகுத்தண்டைத் தூண்டு கிறது (spinal cord). மூலக்குடலின் கூரைப்பகுதியின் மாற்றி அமைக்கும் சக்தி நரம்பு முதல் மூலத்தின் எஞ்சிய வளர்ச்சி யிலும்கூடப் பரவிக்கிடப்பதுபோல் தோன்றுகிறது. மையநரம்பு மண்டலத்தின் இடக்கிடப்பியலும், வளர்ச்சியும் அதன் கீழே யுள்ள முதுகுநாண் உடல் கூற்றுக்கண்டம் அல்லது சோமைட் (somite) ஆகிய இரண்டையும் சார்ந்தே முன்னேறிச் செல்லு கிறது. லெஃமான், ஹோல்ட்ஃபிரட்டர் (Lehmann, 1926-35, Holt-freter, 1933) போன்றவர்களின் பல சோதனைகளும், வேறு சில விஞ்ஞானிகளின் சோதனைகளும் மூலக்குடலின் தலைப்பகுதியில் காணப்படும் குறைபாடுகள் மூளை, முதுகுத்துண்டு போன்றவை களின் தனிப்பண்புள்ள இயற்கையாக இல்லாத முரண்பாடு களைத் தோற்றுவிக்கின்றன. இதற்கு மேலும் முகுதுத்தண்டு

நடுப்படை (chorda-mesoderm) அதனுடைய தூண்டியியக்கும் ஆற்றலை வெகுகாலம்வரைத் தங்கவைத்துக்கொள்கிறது. வயதான கருவிலிருந்து முதுகுத் தண்டுத் துண்டுகள் அல்லது உடற்கூற்றுத் துண்டுகள் (somites) (neurula ortailbud stage) உட்பொருத்துதல் முறைப்படி (insertion method) ஆராயப்பட்டிருக்கின்றன. அவை இன்னும் இருபடைக் கருக்கோளத்தின் புற அடுக்கில் நரம்புத் தகட்டைத் தூண்டமுடிகிறது என்பது உறுதிப்படுத்தப்பட்டிருக்கிறது (Bantzmann 1928, Holt freter, 1933). இதற்கு மாறுகப் புறத் தூண்டலுக்கேற்றுற்போல் புற அடுக்கின் தகுதி அல்லது எதிர்ச்செயல் பண்பு ஏதாவதொரு படிநிலையில் கட்டுப்படுத்தப்பட்டிருப்பதுபோல் தோன்றுகிறது. மூலம் குழல்படிநிலையை (neurula stage) அடைந்த அப்பொழுதே எதிர்ச்செயல் பண்பு மறைந்து விடுகிறது. தூண்டியியக்கும் புறத்தூண்டல் தன்னுடைய மாற்றி அமைக்கும் சக்தியை மேற்செலுத்துவதற்கு வெகுகாலத்திற்கு முன்பே வாய்ப்பு கிடைத்த பொழுதும்கூடத் துணைநிலை நரம்புத் தகடு கிட்டத்தட்ட முதல் நிலை நரம்புத் தகட்டினுடனேயே வெளித் தோன்றுகின்றது. இதற்கு முன் கூறியதே காரணமாக இருக்கிறது.

தூண்டியியக்கும் செயல்விளைவு இனத்தின் தனிப்பண்பாக இருந்ததில்லை. ஸ்பீமன், ஹில்டிமான் கோல்டு ஆகியவர்களின் சொந்த ஆராய்ச்சியிலிருந்து டிரைட்டான் கிரிஸ்டேட்டஸின் (triton cristatus) ஓர் தூண்டியியக்க ஆக்கக்கூறு வேறோர் இனத்தில் அல்லது டிரைட்டான் டேனியேட்டஸில் (triton taeniatus) மாற்றி ஒட்டும்பொழுது செயல் விளைவுகளைத் தோற்றுவிக்கும் ஆற்றலைக் கொண்டிருப்பதாகக் கண்டுபிடிக்கப்பட்டிருக்கிறது. இதற்கு மேலும் இரண்டு தூரத்தொடர்பு கொண்ட இனத்தின் பகுதிகளை இணைத்தாலும் தூண்டியியக்கும் ஆற்றல் நடைபெறுவதாகக் காணப்படுகிறது (xenoplastic). ஜீனிட்ஸ் (Genitz, 1925) சோதனைகளில் ஆக்சோலாட்டலின் (axolotl) ஓரத்துக்குரிய மண்டலத்தின் பொருள்களும் பிளிரோடீல்ஸ் (pleurodeles) பொருள்களும் தவளை இனமாகிய ராஞஃபஸ்கா (rana fusca) ராஞ எஸ்குலென்ட்டா (rana esculenta) தேரை பாம்பினேட்டார் (bombinator) போன்றவைகளின் பொருள்களும் டிரைட்டானின் (triton) புறஅடுக்கில் நரம்புத் தகட்டைத் தூண்டின.

இதற்கு மேலும் விரும்பத்தக்க பல கண்டுபிடிப்புகள் கண்டுபிடிக்கப்பட்டிருக்கின்றன. நரம்புத் தகட்டைத் தூண்டும் ஆற்றல் மூலக்குடலின் கூரையில் மட்டும் காணப்படுவதோடல்லாமல் இயல்பான நரம்புத்தகடு வளர்ச்சியில் தொடர்பற்ற வேறு சில திசுக்களையும் கொண்டிருக்கின்றன என்று கண்டு

பிடிக்கப்பட்டிருக்கிறது. இது செய்முறைகள் மூலம் மெய்ப் பித்துக் காட்டப்பட்டிருக்கிறது. இந்த வழிமுறைகளில் இயல் புக்கு மாறான தூண்டியியக்கக் கூறுகளை மேலுள்ள இருபடைக் கருக்கோளத்தின் புற அடுக்கினுடன் உடனடித் தொடர்பு கொள்ளுமாறு வெட்டி உட்பொருத்தி (insertion Method) மெய்ப்பித்துக் காட்டப்பட்டிருக்கிறது. தூண்டியியக்கும் ஆற்றல் நரம்புத் தகட்டினுடையதாக மட்டுமல்லாமல் வயதுமுதிர்ந்த லார்வாவின் மூளைத் திசுவிலும் காணப்படுகிறது (Mangold, Spemann). மேலும், லார்வாவின் கை, கால் (limb-bud) மூல முதற் பொருள்களிலும்கூடக் காணப்படுகிறது (Mangold, 1928). இதையடுத்து ஹோல்ட் ஃபிரட்டர் (Holt freter, 1934) முதுகெலும் புள்ள இல்லாத பல்வேறு வகையான விலங்குகளின் பலவகை யான திசுக்கள் தூண்டியியக்கும் சக்தியைக் கொண்டிருக் கின்றன என்பதைக் காட்டினார். அவர் உயிருள்ள திசுக்களோ டல்லாமல் மேலும், உலர்ந்த வேகவைத்த பொடியாக்கப்பட்ட பொருள்களும்கூட, தூண்டியியக்கும் திறமையைக் கொண்டி ருப்பதாகத் தோன்றுகிறது என்று கூறினார். இதற்கு மேலும், நரம்புத்தகடு மட்டுமல்லாமல் நுகர்ச்சிப் பள்ளங்கள் (olfactory pits), கண்கள், காதுப்பைகள், கை கால்கள் போன்ற பலவகை யான உறுப்புகளும் தூண்டியியக்கும் ஆற்றலினால் விருந் தோம்பிப் புறஅடுக்கில் உருவாக்கப்படுகின்றன. இது போன்ற சோதனைகளிலிருந்து தூண்டியியக்கும் ஆக்கக்கூறு அல்லது கூறுகள் விலங்கின் திசுக்களில் அதிகமாக விரவிக் கிடக்கின்றன என்ற முடிவுக்கு வந்தார். இதனோடு இயைந்த வழிமுறைகள் மிகுதியான பொதுப் பண்பையும் குறைந்த தனித்தன்மையை யும் கொண்டனவாக இருக்கின்றன.

இப்பொழுது எல்லா ஆர்வமும் தூண்டுதலின் இயல்பைத் தெரிந்துகொள்ளும் பிரச்சினையையே மையமாகக் கொண்டிருக் கிறது. மயக்கமூட்டப்பட்ட (narcotized) தூண்டியியக்கும் கூறு கள் (organisers) தன்னுடைய தூண்டியியக்கும் ஆற்றலை இழந்து விடவில்லை என்பதை மார்க்ஸ் (Marx, 1931) கண்டார். ஸ்பீமன் (Spemann) இதே நிலையைப் பொடியாக்கப்பட்ட தூண்டியியக் கும் கூறுகளிலும் கண்டார். இறந்துபட்ட திசுக்களும் கூட இன்னும் தூண்டியியக்கும் சக்தியை வைத்திருக்கின்றன. முன்பே சொல்லப்பட்ட உலர்ந்த உறைவுறச் செய்த, வேகவைத்த, அல்லது சாராயத்தினால் கொல்லப்பட்ட தூண்டியியக்கும் ஆக்கக் கூறுகள் அதற்கு மேலுள்ள புறஅடுக்கில் நரம்புத் தகட்டை உருவாகும்படிச் செய்தன. ஹோல்ட்ஃபிரைட்டரின் (Holt freter, 1933) மிதமிஞ்சிய கண்டுபிடிப்பு என்னவென்றால்

கருவின் திசுக்கள் உயிருடன் இருக்கும்பொழுது தூண்டியியக்கும் ஆற்றலைப் பெற்றிருக்கவில்லை; ஆனால் இறந்தவுடன் இந்த ஆற்றலை விரும்பிப் பெற்றுக்கொள்கின்றன என்பதாகும். இது வருங்கால வாழ்விற்குத் தேவைப்படுகின்ற இருபடைக் கருக்கோள்களின் புறஅடுக்கு (ectoderm), அகஅடுக்கு (endoderm) போன்றவைகளில் காணப்படுகிறது.

இந் நிலையில் தூண்டியியக்குதல் தூண்டியியக்கும் ஆக்கக் கூறுகளினால் வெளியிடப்பட்ட பொருள்களினால்தான் இருக்கும் என்ற வெளிப்படையான கோட்பாட்டைக் கொள்ளலாம். இப் பொருள்கள் புற அடுக்குச் செல்களை நரம்புத் திசுவாக உருவாக்குகின்றன. இந்தத் தூண்டியியக்கும் பொருளைத் தூண்டி (evocator) என்று வாடிங்டன் (Waddington) அழைத்தார். இதையே டால்க் (Dalcq) ஆர்கனிசைன் (organisine) என்றழைத்தார். இயல்பான வளர்ச்சியில் இப் பொருள் மூலக்குடலின் (archenteron) கூரைப் பகுதியிலிருந்து வெளியிடப்படும் என்று கருதப்படுகிறது. கருவின் வேறு சில பகுதிகளிலும் இப் பொருள் இருக்கலாம் ; ஆனால் அவை அங்கே ஏதாவதொரு வழியில் செயலில் ஈடுபடுவது தடுக்கப்பட்டிருக்கிறது. பலவகையான விலங்குகளின் திசுக்களும் இப் பொருள்களைக் கொண்டிருக்கலாம் என்று ஊகிக்கப்படுகிறது. இக் கருத்து உறுதியாக்கப்பட்டிருக்கிறது. விலங்குகளின் திசுக்களிலிருந்து தயாரிக்கப்பட்ட சாற்றை (extract) அகார்-அகார் (agar-agar) என்ற பொருள் உறிஞ்சிக் கொள்கிறது. இப் பொருள் நீர், நில உயிரிகளின் இருபடைக் கருக்கோளத்தின் புறப்படையில் நரம்புத் தகட்டைத் தூண்டியது. இந்த வழியினால், தூண்டிகளின் இயல்பைக் கொள்கையளவில் கண்டுகொள்வது சாத்தியமாகிறது. எவ்வாறிருப்பினும் இக் கருத்தின் அடிப்படையில் செய்த ஆராய்ச்சிகளிலிருந்து திருப்திகரமான முடிவுகள் கிடைக்கவில்லை. ஏதாவதொரு பிழிந்தெடுக்கப்பட்ட வினை பொருளின் வேதியியல் இயல்புகளை நிர்ணயப்படுத்துவது உண்மையாகவே சாத்தியமாகிறது. மேலும் இதுபோன்ற பொருள்களைச் செயற்கை முறையில் தயாரித்து அதன் மூலம் தூண்டியியக்கம் பெறப்பட்டிருக்கிறது. ஆனால், மிகப்பலவகையான கரிம கூட்டுப் பொருள்கள் அதாவது கொழுப்பு அமிலங்கள், நியூக்ளியோடைடுகள் (nucleotides), ஸ்டிரால்கள் (sterols) போன்றவை அதே வினைவைக் கொண்டுள்ளன. இதிலிருந்து தனித்தன்மை வாய்ந்த வேதியியல் செயல்வினைவுகள் சம்பந்தப்படவில்லை என்ற முடிவு தவிர்க்க முடியாததாக இருக்கிறது. ஆனால், புறஅடுக்கு வெவ்வேறு வகையான செயல்வினைவு

களுக்கு எதிர்ச்செயல் விளைவுகளைத் தோற்றுவித்து முடிவில் நரம்புத்தட்டு என்பதையே தோற்றுவிக்கிறது. ஹோல்ட் பிரட்டரின் (Holt freter, 1945-47) சோதனைகள் மூலம் விருந்தோம்பித் திசுக்களின் தூண்டியியக்கத்தில் முதன்முதல் ஊறு விளைவிக்கப்படுகிறது என்ற கருத்து உண்மையாக இருக்கலாம் என்று கருதப்படுகிறது. இந்தத் தூண்டியியக்கப் பொருள்கள் வேதியியல் பொருள்களாகவோ இறந்த அல்லது அயல் திசுக்களாகவோ இருக்கலாம். இந்த ஊறு, புறஅடுக்குச் சுவர்ச்செல்களின் தண்ணீரை ஊடுருவ இடந்தரும் நிலையை அதிகமாக்குகிறது என்று கருதப்படுகிறது. இதுவே தவளையில், சைட்டோபிளாசத்தின் ஏதாவதொரு அங்கத்தின் நொதி வழிச் சிதைவை ஏற்படுத்துகிறது. அதன் மூலமாகப் பொருள்கள் விடுவிக்கப்படுகின்றன என்பது மெய்யாகக் கருதத்தக்கதாக இருக்கிறது. இவ்வாறு விடுவிக்கப்பட்ட பொருள்கள் செல்களின் மாறுபாடடைதலின் திசையை நரம்புத்தகடு உருவாகும் வழியில் வழி நடத்திச் செல்கின்றன. ஆகவே இயற்கைக்கு முரண்பாடான இயக்கிகளைக் கொண்டு செய்யப்பட்ட சோதனைகள் இயல்பாக நடைபெறும் செய்முறைகளின் செயல்பாட்டை விளக்கப் பயனற்றவைகளாகி விடுகின்றன.

ஆகவே, அண்மைக்காலங்களில் வேறொரு வரிசைமுறை பின்பற்றப்பட்டது. இந்த வரிசைமுறை ஊவர்டிமேன் (Woerdeman) அவர்களுடைய முடிவுகளையே ஆரம்ப இலக்காகக் கொண்டது. ஓரத்துக்குரிய மண்டலச் செல்களின் கிளைகோஜன் அவைகள் உள்ளே உருண்டு செல்லும்பொழுது அதிவிரைவில் சிதைக்கப்படுகின்றன என்பதை ஊவர்டிமேன் கண்டார் (Woedreman). அளவுசார்ந்த நுண்பகுப்பாராய்ச்சி முறையைப் பின்பற்றி லிண்ட்டாலும் கீட்டிலியும், (Lindahl, 1937, Heately, 1937) முன்னே கூறப்பட்டதை உறுதிப்படுத்தினர்கள். கிளைகோஜனையே தூண்டி (evocator) என்று கொள்ளமுடியாத நிலை காணப்பட்டபொழுதும், அவர்கள் ஓரத்துக்குரிய மண்டலப் பொருள்களின் வளர்சிதை மாற்றத்தை உன்னிப்பாகக் கவனிப்பதில் கவனம் செலுத்தினர்கள். பல ஆராய்ச்சிகள் நிகழ்ந்தபோதிலும் குறிப்பாக பிராசேட் (Brachet), பார்த் (Barth) அவர்களுடைய துணை ஆராய்ச்சியாளர்களுடைய முறைகளைக் கவனிக்கும்பொழுது அமைப்பாண்மை மையத்தின் (organisation centre) வளர்சிதை மாற்றம் மூலத்தின் ஏனைய பகுதிகளைவிட வேறுபட்டே காணப்படுகிறது என்ற முடிவுக்கு வந்தார்கள். கரியமில வாயுவின் தோற்றம் சுவாசத்தின் ஈவு (respiratoryquotient) ஆகிய இரண்டும் அதிக மதிப்பெண்ணையே கொண்டிருந்தன. இதற்கு மேலும் இதில்

நடைபெற்ற ஆராய்ச்சிகளில் புரதத்தின் வளர்சிதை மாற்றம் மிக முக்கியமான பங்கை வகிக்கிறது என்று கண்டார்கள். ஆனால் கார்போஹைடிரேட் வளர்சிதை மாற்றம் அல்ல என்பதை எடுத்துக்காட்டினார்கள். செல்களின் உயிர்க்காற்று இணைவும் (oxidation) ஹைடிரஜன் குறைப்புக்கும் (reduction) மிக முக்கியமான சல்ஃபைஹைடிரில் பல்பொருள் கூட்டினை ஆராயும் வண்ணம் அவர்களின் கவனம் ஈர்க்கப்பட்டது. அண்மைக் காலத்தில் ரைபோ நியூக்ளிக் அமிலத்தையும் (ribo-nucleic acid) ஆராய ஆரம்பித்தார்கள். ஏனென்றால் சல்ஃபைஹைடிரில் பல்பொருள் கூட்டுப் பொருள் ரைபோநியூக்ளிக் அமிலத்தோடு நெருங்கிய முறையில் தொடர்பு கொண்டிருப்பதே இதற்குக் காரணமாகும். பிராசெட் (Brachet, 1938-42) என்பவர் நீர் நில வாழ்விகளின் கருக்களில் எங்கெல்லாம் வளர்ச்சிச் செய்முறைகள் விரைவாக நடைபெறுகின்றனவோ தனிமையாக அங்கெல்லாம் இந்தப் பல்பொருள் கூட்டுகள் குவிந்திருந்தன என்பதை உறுதிப்படுத்தினர். முதல் மூலப்படி நிலையில் இந்தப் பல்பொருள் கூட்டுகள் ஊசைட்டின் உட்கருவில் காணப்படவேண்டியதாக இருக்கின்றன. இதன்பின் அவை முட்டையின் புறணியின்மேல் சிதறிக்கிடக்கின்றன. குறிப்பாக, முதுகுப்புறப்பரப்பில் சிதறிக்கிடக்கின்றன. இருபடைக் கருக்கோளாக்கம் நடைபெறும் காலம் முழுவதும் கருக்கோளத் துளையின் உதடுகளில் ரைபோநியூக்ளிக் அமிலமும், சல்ஃபைஹைடிரில் பல்பொருள் கூட்டும் எண்ணத்தக்க அளவில் குவிவுறும் செயல் நிகழ்கிறது. இதன்பின் குறிப்பாக மூலக்குடலின் கூரையில் காணப்படுகின்ற செல்களில் எத்தச்செல்கள் அதன் மேலுள்ள புறஅடுக்கை நோக்கி அமைந்திருக்கின்றனவோ அந்தச் செல்களில் மேற்கூறிய பொருள்கள் குவிந்திருக்கின்றன. ரைபோ நியூக்ளிக் அமிலம் தூண்டியியக்கத்தில் மிக உன்னதமான பங்கை வகிக்கிறது என்ற கருத்தை எடுத்துரைத்தார். இறந்த தூண்டியியக்க ஆக்கக் கூறுகளின் தூண்டியியக்கும் ஆற்றல் அவைகள் கொண்டிருக்கும் ரைபோநியூக்ளியோ புரோட்டீன் (ribo-nucleo protein) அளவுக்கு நேர்விகிதத்தில் இருக்கிறது என்று கூறினர். இவைகளை அதாவது தூண்டியியக்க ஆக்கக் கூறுகளை வேகவைக்கும்பொழுதும் அல்லது நொதிகளின் செயலுக்குட்படுத்தப்படும்பொழுதும் இந்தப் பொருள்கள் (ரைபோநியூக்ளியோ புரோட்டீன்) சிதைவுற்று மறைந்து விடுகின்றன. ஆகையால் அண்மைக்கால காட்சியறிவுகள் ரைபோ நியூக்ளிக் அமிலத்தின் கூறுபடா நிலையைவிடப் புரோட்டீன் கூறுபடாநிலைதான் அடிசாற்றின் (extracts) செயலுக்கும் இயற்கைக்கு முரண்பாடான தூண்டியியக்கிகளின் செயலுக்கும் தேவைப்படுகிறது என்பதைக் காட்டுகின்றன. எது எவ்வாறிருப்பினும் உயிருள்ள இயல்பான

தூண்டியியக்கும் ஆக்கக் கூறுகளின் தூண்டியியக்கும் செயலின் அடிப்படையான இயக்கும் செயலமைவுத்திட்டம் இப் பரிசோதனைகளில் இருப்பதைப்போலல்லாமல் முற்றிலும் வேறுபட்டிருக்கக்கூடும் என்ற கருத்தை நாம் மனதில் வைத்துக் கொள்ளவேண்டும்.

முடிவில் அவைகளுடைய இயல்பு என்னவகையினதாக இருப்பதாக மெய்ப்பிக்கப்பட்டிருந்தாலும் எது எவ்வாறுயினும் தூண்டிகள் மூலக்குடலின் கூரையைச் சார்ந்த செல்களின் வளர்சிதை மாற்றத்திலிருந்து உற்பத்தியாகின்றன என்று நாம் ஊகிக்க வேண்டும். அவைகள் அவைகளின் மேலுள்ள புறஅடுக்கினுல் எடுத்துக்கொள்ளப்படுகிறது. மேலும் அவைகள் அதனுடைய வேதியியல்வழி மாறுபாடடைதல் ஆக்கத் திரிபுகளை ஏற்படுத்தி அதனுல் அது நரம்புத்தட்டாக உருவாக முடிகிறது. இந்தச் செயல் நோக்கத்திற்காகப் புறஅடுக்குச் செல்கள் இந்தக் குறிப்பிட்ட பொருள்களின் செயலுக்கு அளவுக்கு மீறிய கூருணர்வுடையதாக இருக்கவேண்டும். இதுபோன்ற தொடுநிலை ஒரு குறிப்பிட்ட குறுகிய காலம்வரையில்தான் காணப்படுகிறது. ஆகையால் தூண்டியியக்கக் கூறுகளினுல் உண்டாக்கப்படுகின்ற தூண்டிகளும் செயல் விளைவு மண்டலத்தின் தனித்தன்மையான அளவுக்கு மீறிய கூருணர்வும் கண்டிப்பாக ஒருங்கே நேரிடவேண்டும். செல்களின் செயல்விளைவு மண்டலத்தை இயக்கும் செயலமைவுத் திட்டத்தைத் தூண்டிகள் எந்தநேரத்தில் நிகழ வேண்டுமோ, அந்தத் தருணத்தில் நிகழுமாறு உறுதி செய்வதுதான் மிதமிஞ்சிய செயலாக இருக்கிறது. எடுத்துக்காட்டாகத் தூண்டிகள் வேறு எந்த நிலையிலும் இல்லாத பூரிதமாகாத இணைவுகளை பூரிதமாக்கக் கூடும் அல்லது, செல்களின் வளர்ச்சியில் இந் நிலையில் நிகழ்கின்ற ஏதோ ஒரு செயல்விளைவைத் துரிதப்படுத்தலாம். ஆனுல் இச் செயல் வேறு எந்த ஒரு காலத்திலும் நடக்க முடியாததாக இருக்கின்றது. தூண்டியியக்கக் கூறுகளின் வேதியியல் செயல்களுக்கும் செயல்விளைவு மண்டலத்திற்கும் இடையில் ஒன்றுக்கொன்று சரிப்படுத்திக் கொள்ளுதல் இயல்பான வளர்ச்சி வழிமுறைகளை உறுதிப்படுத்துகிறது.

வெட்டியெடுத்து, மாற்றிப் பொருத்தப்பட்ட தூண்டியியக்கும் கூறுகளின் செயல் விருந்தோம்பியின் புறஅடுக்கில் மட்டும் கட்டுப்படுத்தப்படவில்லை மேலும், அதன் அண்மையில் இருக்கும் நடுஅடுக்குக்கூட, இயக்க விளைவுகளுக்கு உட்படுத்தப்படுகிறது என்பதை முன்பே கூறியுள்ளோம். நடுஅடுக்கிலுள்ள ஒவ்வொரு செல்லிலிருந்து அதை அடுத்துள்ள செல்களுக்கு தூண்டியியக்கம் உண்மையாகவே பரவுகிறது (படம் 42). இது

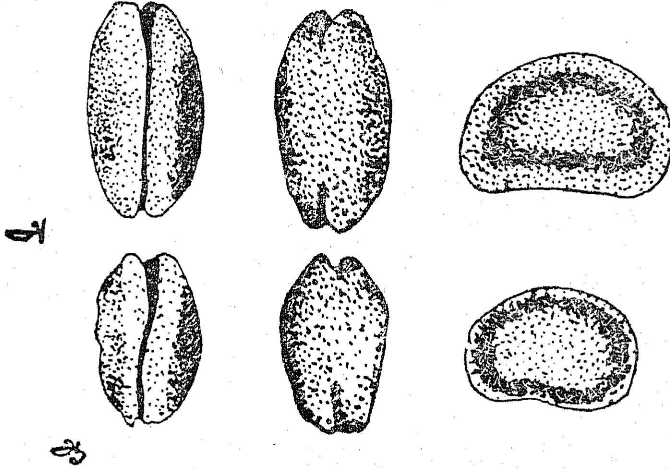
விருந்தோம்பியின் நடு அடுக்குச் செல்களை முதுகு நாணாகவும், உடம்புத் திசுவாகவும் மாறுபாடடையும்படி செய்கிறது. தூண்டியியக்கக்கூறு இந்தத் திசுக்களைத் தன்னைப்போலவே ஆக்குகின்ற காரணத்தால் இது தன்மயமாக்கு தூண்டியியக்கம் (assimilative induction) என்றழைக்கப்படுகிறது. இந்தப் பொது தூண்டியியக்கத்திற்கும் தொடு தூண்டியியக்கத்திற்கும் இடையில் பல வேறுபாடுகள் இருக்கின்றன. இப்பொழுது நாம் படிப்படியாக முன்னேறிச்செல்லும் தூண்டியியக்கத்தைப்பற்றி இங்கே விவாதிப்போம்.

மாற்றிப் பொருத்திய தூண்டியக்க ஆக்கக்கூறுகள் துணை நிலைக்கருவில் எப்பொழுதும் ஒரேவகையான உள்ளுறுப்புகளை உருவாக்குவதில்லை என்பதை இதற்கு முன்பே கண்டோம். பெரும்பாலும், பொருள்களும் விருந்தோம்பியும் இணைந்து விருந்தோம்பி உறுப்புகளை உருவாக்குவதில் செயல்படுவதால் அவைகள் கதம்பஉரு (chimaera) அமைப்பைக் கொண்டுள்ளன. இக் கதம்ப உருக் கூட்டமைப்புச் சோதனைகளின் நிகழ்வு நிலைக்கு ஏற்றவாறு ஓர் எடுத்துக்காட்டிற்கும் வேறுபாடுடையதாக இருக்கிறது. இந் நிலை மேயர் (Mayer 1935) என்பவரால் பல சோதனைகள் மூலம் தெளிவாக விளக்கப்பட்டிருக்கிறது. அவர் ஒரு கருவின் அமைப்பாண்மை மையத்தின் பக்கப் பாதியை, வேறொரு கருவின் வயிற்றுப் பக்கப் பாகத்தில் ஒவ்வா அமைப்பு ஒட்டு (Heteroplastic) முறையில் மாற்றி ஒட்டினார். ஆகவே ஒட்டின் (graft) ஒரு விளிம்பு மேல்பாகத்தின் நடுபாகப் பொருள்களைக் கொண்டு இருந்தது. இப் பாகம் இயல்பான வளர்ச்சியில், முதுகுநாணைத் தோற்றுவித்திருக்கும் எஞ்சிய பகுதி, வருங்கால வாழ்க்கைக்குத் தேவையான உடல் கண்டங்களைக் (somites) கொண்டிருக்கிறது (படம் 35). இச் சோதனைகளிலிருந்து எந்த இருபடைக் கருக்கோளத்திலிருந்து ஒட்டு எடுக்கப்பட்டதோ, அதனுடைய வயதைச் சார்ந்தே முடிவுகள் இருக்கும் என்று கண்டார். ஒட்டு, வயதான இருபடைக் கருக்கோளாக்கத்திலிருந்து எடுக்கப்பட்டிருக்குமேயானால், அதனுடைய முதல் மூல மத்தியப் பகுதி முதுகு நாணை உருவாக்குகிறது. அப்படியிருக்க, எஞ்சிய பகுதி தனித் தொடர் வரிசையான உடம்புக் கண்டங்களையே தோற்றுவிக்கிறது. ஆகவே இந்த இரண்டு பரப்புகளும் அவைகளின் மூல முதல் ஆற்றலுக்கேற்றாற்போல் மாறுபாடடைகின்றன. ஆயினும் ஒட்டுகள் (grafts) இருபடைக் கருக்கோளாக்கம் நடைபெறுவதற்கு முன்னால் உள்ள நிலையிலிருந்து எடுக்கப்பட்டால், அவை உடல் கண்டங்கள் இருமருங்கிலும் அமையப்பெற்றதொரு முதுகு நாணைத் தோற்றுவிக்கின்றன. இங்கே ஒழுங்குபடுத்துதல் (regulation) நடந்து விட்டது என்பதைக் காட்டுகிறது. இதன் காரணமாகத் தூண்டியியக்கக் கூறுவின் ஒரு பாதி

யிலிருந்து, மூலக்குடலின் கூற்றினைச் சமச்சீராக இருக்கும்படியாக வளர்ச்சி உண்டாவது சாத்தியமாகிறது. இது அதனுடைய ஏதாவது ஒரு பாகத்தின் இயல்பான விதியிலிருந்து, விலகிச் செல்லக் கூடியதொரு மாறுபாட்டைதலைத் தோற்றுவிக்கிறது. இந்த இரண்டு வகைகளிலும், ஓம்புயிரின் (host) நடு அடுக்கு (mesoderm) மூலக்குடலின் காணுமற்போன பகுதிகளைக் கொடுக்கின்றது. இந்தப் பிந்திய வினைபயன் மற்றொரு பரிசோதனையிலும் காணப்படுகிறது. இப் பரிசோதனையில், ஒட்டு நரம்பு முதல் மூலத்தையே தோற்றுவிக்கிறது. அப்படியிருக்க, ஓம்புயிர் அதுவாகவே, முதுகு நாணையும் உடம்புக் கண்டங்களையும் உண்டாக்குகிறது (Raven, 1938). இந்த உண்மைகளின் மிக முக்கியமான நோக்கு என்னவென்றால், உறுப்புகளின் உள்ளார்ந்த அமைப்பிற்கு ஒட்டு, ஓம்புயிர் ஆகிய இரண்டின் பங்குகள் என்னவாக இருந்தபோதிலும், பலவகைகளில் ஏறத்தாழ முழுமையான துணைவளர்கரு உருவாக்கப் படுகிறது. ஒட்டினுடைய திசுக்களும், ஓம்புயிரின் திசுக்களும் ஒன்றையொன்று, இணைத்து நிறைவு செய்கிறது. இதில் ஒன்று மற்றொன்றால் கொடுக்க முடியாததை உற்பத்தி செய்கிறது. ஆகையால், ஒட்டு ஓம்புயிர் இரண்டினுடைய கூட்டுச் செய்கையினுல், துணைக் கருவின் தோற்றம் எந்தெந்த வழியில் தோன்றலாம் என்பதற்கு எண்ணற்ற முறைகள் இருக்கின்றன. எந்தெந்த வழிகளிலெல்லாம் செல்லின் பொருள்கள் பயன்படுத்தப்படுகின்றன என்பது எடுத்துக்காட்டுக்கு எடுத்துக்காட்டு மாறுபடும். அதனுடைய தோற்றம் ஒட்டிலிருந்தோ, ஓம்புயிரிலிருந்தோ தோன்றிய போதிலும், அதனுடைய விதி நிர்ணயப்படுத்தப்படவில்லை அமைப்பாண்மைச் செய்முறைகள், அமைப்பாண்மைக் கூறுவில் இருக்குமாறு கட்டுப்படுத்தப்படவில்லை. அங்கே இருந்து அது, தன்னைச் சுற்றியுள்ள திசுக்களுக்கும் கூட விரிந்து கிடக்கிறது. மேலும், ஒட்டையும், ஓம்புயிர்த் திசுவையும் ஒன்றாக இணைத்து முழுமையான மண்டலமாக ஆக்குகிறது. ஒவ்வொரு செல்லின் மாறுபாட்டையும் தன்மை, அதனுடைய தோற்றத்தைப் பொறுத்திராமல், இந்த மண்டலத்தில் அவைகள் அமைந்திருக்கும் இடத்தை மட்டுமே சார்ந்திருக்கிறது. இந்த உண்மைகளை எல்லாம் நாம் ஒரு கருத்துக் கோவையாகத் தொகுக்க வேண்டுமானுல், அமைப்பாண்மைக் கூறுவிலிருந்து அமைப்பாண்மைச் செயலெல்லை தோன்றுகிறது என்ற எண்ணத்தை நம்ப வேண்டியதாகிறது.

அமைப்பாண்மைச் செயலெல்லை, ஒரு மண்டலம்; அதனுள் எண்ணற்ற வளர்ச்சிக் காரணிகள் அத்தகையதொரு வழியில்

பரவிக்கிடக்கின்றமையால், இந்தச் செயலெல்லையின் ஏதோ ஓர் உறுப்பின் மூலம் உருவாக்கப்படுவது. அதனால் நிர்ணயிக்கப் படுகிறது. ஒவ்வொரு ஆக்கக் கூறுவின் விதி, செயலெல்லையில் ஒழுங்கு படுத்தும் (regulation) ஆற்றலைக் கொண்டிருக்கிறது.



படம் 44.

டிரைட்டான் டேனியேட்டஸ் நரம்புக்குழாய் மூடப்படல்

அ. முதுகுப் புறத்தின் வழியாகவும், வயிற்றுப் புறத்தின் வழியாகவும், வலப் பக்கத்திலிருந்தும் பார்க்கப்படுகிறது.

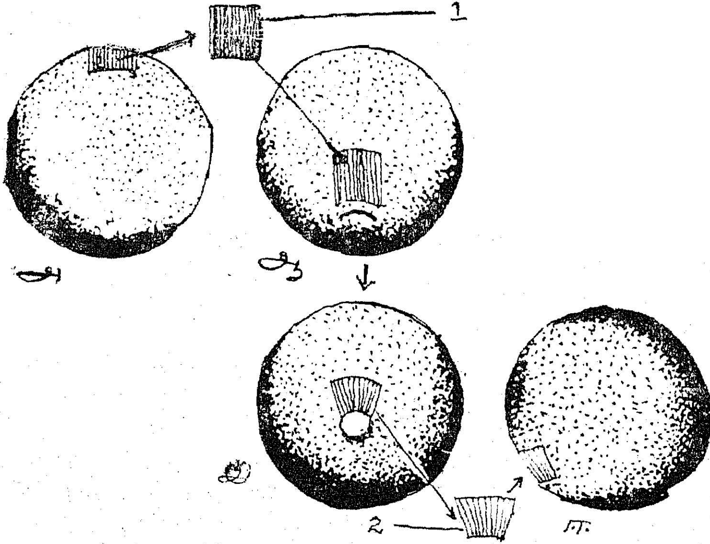
ஆ. முதுகுப் பக்கப் பாதியிலிருந்து வளர்கரு வளர்கிறது. (அதே படிநிலையில் முன்பக்கத்தின் வழியாக இளநிலை இருபடைக் கருக்கோள் வெட்டப்பட்டு இருக்கிறது.)
இயல்பான வளர்கருவுடன் ஒப்பிடும்பொழுது முதுகுப் பக்கப் பாதியிலிருந்து தோன்றிய வளர்கருவும் முரண்பாடில்லாமல் தோன்றியிருப்பது தெரிகிறது.

இது, இரண்டு ஆய்ந்து காணப்படாத செய்திகளின் மூலம் தன்னை அடையாளப் படுத்தி, அறிவித்துக் கொள்கிறது. முதலில் அது இறுதியான ஆக்கக் கூறுப் பொருள்களுடன் பிணைக்கப்பட வில்லை; ஆனால் அதற்குப் பதிலாக அவைகளைச் சார்ந்த ஏதோ ஒரு சுதந்தரச் செயலை வெளிக்காட்டுகின்றன. அது தனதாகவே மீண்டும் சரிப்படுத்திக் கொள்கிறது. அது செயலெல்லை வரிசை முறையிலிருந்து மாறுபட முடியும். இரண்டாவதாக அவைகளின் பரிமாணம், சூழ்நிலைமைகளுக்கு ஏற்ப வேறாக இருக்கலாம். பொருள்களைக் கூட்டினாலோ, அல்லது எடுத்துவிட்ட பிறகோ, அது புதிதான நிலைகளுக்குத் தன்னைச் சரிப்படுத்திக் கொள்கிறது. நாம் இங்கே இந்த ஒழுங்குபடுத்திக்கொள்ளும் திறமையைப் பற்றி ஆராய்வோமாக.

இயல்பான காலத்திற்கு முன்பே தோன்றிய டிரைட்டான் (triton) இருபடைக் கருக்கோளத்தின் ஒவ்வொரு பகுதியும் அமைப்பாண்மை மையத்தின் பாதி அளவைக் கொண்டிருக்குமாறு இரண்டு பாதிகளாகக் குறுக்குவெட்டு மூலமாகவோ (transection), இறுக்கத்தின் மூலமாகவோ பிரிக்கப்பட்டது. இந்த எடுத்துக் காட்டில் இரண்டு முழுமையான கருக்கள் உருவாக முடியும். இரண்டிலும் வெட்டுமுகப் பக்கங்களின் வளர்ச்சி சற்றுக்குன்றியே காணப்படலாம். ஆனால், மற்றைய எல்லா வகைகளிலும் முரண்பாடில்லாததொன்றாக உருப்பெற்றிருக்கிறது (Ruud and Spemann, 1922) இதிலிருந்து முழுமையான புதியதொரு அமைப்பாண்மைச் செயலெல்லை ஒவ்வொரு பாதியிலும் தோன்றி இருக்கிறது என்பது வெளிப்படையாகத் தோன்றுகிறது. மூல முதல் செயலெல்லை இரண்டாகப் பிரிக்கப்பட்டிருக்கிறது. மேலும் ஓரளவு ஒவ்வொரு பாதியும் தன்னைத்தானே மாற்றி அமைத்துக் கொள்கிறது. ஆயினும், குறிப்பிட்ட காலத்துக்கு முந்தைய இருபடைக் கருக்கோளத்தை இரண்டு பாதிகளாகும்படி முகப்புப் பகுதியில் வெட்டப்படுகிறது. ஆகவே, முதுகுப் பக்கப் பகுதியும் வயிற்றுப் பக்கப் பகுதியும் இரண்டு பாதிகளாகப் பிரிக்கப்பட்டிருக்கிறது. வயிற்றுப் பக்கப் பகுதியில் அமைப்பாண்மை மையத்தைக் கொண்டிராத வயிற்றுப் பகுதி அடிக்கடி வயிற்றுத் துண்டை (belly piece) மட்டுமே உருப்பெறச் செய்கிறது. இதில் நடு இருசு உறுப்புகள், நரம்புக்குழாய், முதுகுநாண், சோமைட்டுகள் போன்றவைகள் காணப்படவில்லை. முழு அமைப்பாண்மை மையத்தைப் பெற்றுள்ள முதுகுப்புறப் பாதி ஏறக்குறைய எப்பொழுதும் முரண்பாடில்லாத வகையில் உருவாக்கப்பட்ட பாதியளவு பரிமாணத்தைக் கொண்ட கருவையே உருவாக்குகிறது (படம் 44). இங்கே முழுமையான அமைப்பாண்மை மையம் உண்மையாகவே இருந்திருந்தபோதிலும் மீண்டும் ஒழுங்கு படுத்துதல் நடைபெறுகிறது. அமைப்பாண்மைச் செயலெல்லை குறைந்த ஓர் அளவிலேயே உருவாகிறது. இது பாதிக் கருவின் அளவிற்கேற்றாற்போல் தன்னைத் தகவமைத்துக் கொள்கிறது. டால்க் (Dalcq, 1948), ஹீயங் (Huang, 1948) ஆகிய இருவரும் இப் பரிசோதனைகளை மிகவும் சரியான நுண்ணறிவு யுக்திகளைக் கொண்டு மீண்டும் மீண்டும் செய்தார்கள். ஒழுங்குபடுத்துதலில் பின்னிக்கிடக்கும் செய்முறை வழிகள் ரட்டும் (Rudd), ஸ்பீமனும் (Spemann) சந்தேகத்திற்கு மாறாக மிகவும் விரிந்த தீவிர இயல்பைக் கொண்டிருக்கின்றன என்பதை எடுத்துக் காட்டினார்கள். இந்த அரை மூலத்தில் (half germ) முற்றிலும் புதியதொரு அமைப்புத் தோன்றுகிறது. அது ஏறத்தாழ விதிக் கட்டின்றி கிடைத்திருக்கின்ற பொருள்களைப் பயன்படுத்தித்

தீர்க்கிறது. இது ஓர் எடுத்துக்காட்டிற்கும் மற்றோர் எடுத்துக் காட்டிற்கும் வேறுபடுகிறது.

அமைப்பாண்மை மையத்தின் பொருள்களை அல்லது ஆக்கக் கூறுகளை வெட்டியெடுத்து உப்புக் கரைசலில் வளர விடுதல் போன்ற பரிசோதனைகளில் ஒழுங்குபடுத்தும் ஆற்றல் எதிர் பாராத முறையில் எதிர்ப்படுகிறது. இந்த வகையில் அது முதுகு



படம் 45

அறுவைச் சிகிச்சையின் படங்கள்

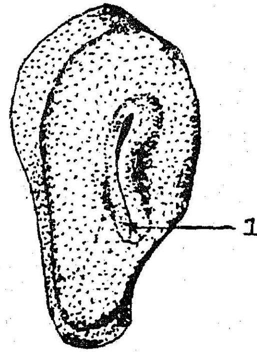
அ. இளநிலை இருபடைக் கருக்கோளாக்கத்தின் அனுமானப் புற அடுக்கின் பகுதி (ஆ) அதே வயதிலுள்ள வேறொரு முதல் மூலத்தின் கருக்கோளத்துளை மேல் உதட்டில் மாற்றி ஒட்டப்பட்டிருக்கிறது,

இ. 24 மணி நேரம் கழித்து ஒட்டின் ஒருபகுதி ஓம்புயிரின் கருக்கோளத்துளை வழியாக உள் உருண்டு சென்றிருக்கிறது. உள் உருண்டு செல்லாத பகுதி இப்பொழுது வெட்டி நீக்கப்பட்டுள்ளது. (ஈ) மூன்ருவது இருபடைக் கருக் கோளத்தின் வயிற்றுப்பக்கத்தில் மாற்றி ஒட்டப்பட்டிருக்கிறது.

1. அனுமானப் புறஅடுக்கு ஒட்டு.
2. உள் உருண்டு செல்லாத பகுதி.

நாணை மட்டுமல்லாமல், தசைத் திசுவையும் தோற்றுவித்தது. ஆனுல், போதுமான அளவு பொருள்கள் இருந்தால் (உதாரணம்: பல கருக்கோளத்துளைகளில் ஓரங்கள் அல்லது உதடுகள் ஒன்ருகவே வளர்க்கப்படுகிறது) புற அடுக்கும் கூடத் தோற்றுவிக்கப்

படுகிறது (Lopashov, 1935). இந்தப் புற அடுக்கு மற்றையத் திசுக் களைச் சூழ்ந்திருக்கிறது. இங்கேயும்கூட அதனுடைய ஒரு பகுதி யில் நரம்புத் திசுக்களின் உருவாக்கம் தூண்டியியக்கப்படுகிறது. இந்த வழியில் உறுப்புக் கூட்டுகள் தோற்றுவிக்கப்படுகின்றன. அவை மேலெழுந்த வாரியானதொரு கருவின் தோற்ற ஒற்றுமையைக்கொண்டு கருவிலுள்ளதைப் போலிருக்கிறது. அதனுடைய எல்லைக்குள் இருக்கும் வேறு சில பொருள்களிலும் அமைப்பாண்மைச் செயலெல்லை நீண்டுகொண்டிருக்கமுடியும். இதுபோன்ற பொருள்கள் அமைப்பாண்மைச் சக்தியை முயன்று பெறுகின்றன. அதன்பின் அவை தூண்டியியக்கக் கூறு களாகச் செய்யப்படுகின்றன (Spemann, 1927). ஒரு இளநிலை இருபடைக் கருக்கோளத்தின் வருங்கால வாழ்க்கைக்குத் தேவையான புற அடுக்கின் ஒரு சிறு துண்டு மற்றோர் இருபடைக் கருக்கோளத்தின் முதுகுப்புறக் கருக்கோளத் துளையின் விளிம்பில் மாற்றி ஒட்டினால் 24 மணி நேரத் திற்குள் கருக்கோளத் துளையின் ஓரங்களின் பொருள்களின் எல் லாப் பண்புகளையும் வருந்திப் பெறுகின்றன. மீண்டும் இதை இங்கிருந்து வெட்டியெடுத்து மூன்றாவது கருவின் வயிற்றுப் பக் கத்தில் மாற்றி ஒட்டினால் இடக் கிடப்பியல் திறமையை வருந்திப் பெறுகிறது என்பது முதன் முதலாக மெய்ப்பிக்கப்படுகிறது. இவைகள் தனித்தன்மையாக உட்பிதுக்கப்பட்டு மீண்டும் முதுகுநாணாகவும், சோமைட்டுக ளாகவும் வேறுபாடடைகின்றன (படம் 45). இதற்கு மேலும் அது அமைப்பாண்மைக் கூறுவாக மாறி இருக்கிறது. ஆகவே, அது ஒட்டப்பட்ட இடத்தில் அல்லது பொருத்தப்பட்ட இடத்தில் துணைநிலைக் கருவின் முதல் மூலத்தைத் தோற்றுவிக்கிறது. இங்கே தன்மயமாக்கத் தூண்டியியக்க வகைக்கு மற்றோர் எடுத்துக்காட்டு இருக்கிறது என்று பொருள் கொள்ளவேண்டும். புற அடுக்கின் துண்டு அமைப்பாண்மைச் செயலெல்லையில் தங்கி யிருந்ததன் விளைவாகத் தூண்டியியக்கும் பண்புகளை வருந்திப் பெற்றிருக்கிறது. இதன் காரணமாகத்தான் முற்றிலும் வேறு



படம் 46.

புற அடுக்கு ஒட்டு கருக்கோளத் துளையில் தங்கி இருப்பதால் தூண்டி யியக்கும் பண்பைப் பெற்றுவிடுகிறது. அது ஓம்புயிரின் வலப் பக்கத்தில் துணை நிலை மூலமுதலை அமைத்து உருவாக் கிற்று.

1. துணைநிலைக் கருக்கோளத்துளை.

பட்ட வேறோரிடத்தில் மாற்றிப் பொருத்தும்பொழுது ஒரு புதிய அமைப்பாண்மைச் செயலெல்லையைத் தோற்றுவிக்கிறது. வேறொரு வழியில் கூறவேண்டுமானால் அமைப்பாண்மை ஆற்றலை நடுநிலையான பொருள்களுக்கு மாற்றுவது சாத்தியமாகிறது என்றும் கொள்ளலாம். மூலத்திலிருக்கின்ற ஆக்கக் கூறுகளிலிருந்து தனித்துச் செயலெல்லையின் சுதந்தரமான செயலுக்குப் புதியதோர் எடுத்துக்காட்டாக இருக்கிறது.

முதலாவதாக அமைப்பாண்மைச் செயலெல்லைக் (Organisation field) கோட்பாடு ஆராய்ச்சிக்குட்படுத்தப்படாத அமைப்பு என்பதைப்பற்றி முழுமையாகத் தெரிந்து கொள்வதற்கு உறுதுணையாக நிற்கவில்லை. எப்படிப் பண்படிப்படையான வெவ்வேறான உறுப்புகள் பொதுவான பொருளிலிருந்து ஒரே காலத்தில் தோன்றமுடியும் என்ற மிகப் பெரியதொரு பிரச்சினையை எவ்வகையிலும் குறைக்கவில்லை. எப்படி இருந்தபோதிலும், இக் கோட்பாடு நம்பக்கூடிய ஆனால், தர்க்கத்துக்குட்படுத்தப்படாத தற்காலிகமாகக் கொள்ளப்பட்ட கருத்துக்கோவை இப் பிரச்சினைக்கு முடிவுகாண்பதற்குத் தன்னிடத்தே உள்ள கருத்து வளத்தைக் கொடுக்கிறது டால்க்கின் (Dalcq) புனைவுக் கொள்கையை ஓர் எடுத்துக்காட்டாக எடுத்துக்கொள்ளலாம். அதனுடைய மிக முக்கியமான கொள்கை அமைப்பாண்மைச் செயலெல்லையை ஏற்ற இறக்க வாட்டமுள்ள (gradient field) செயலெல்லை என்று ஊகித்துக் கொள்ளவேண்டும் என்பதாகவே இருக்கிறது. இது தொடு தூண்டியியக்கத்திற்குக் காரணமாக இருக்கும் பொருள்களை ஒத்திருக்கும். ஆர்கனிசின் (organisine) என்றபொருள் இடஞ்சார்பாக பல இடங்களில் அதனுடைய அடர்த்தி வேறுபடுவதே காரணமாக இருக்கிறது. மேற்புற ஓரத்திற்குரிய மண்டலத்தின் மையத்தில் இப் பொருள்களின் அடர்த்தி மிகவும் அதிகமாக இருக்கக்கூடும். மேலும், அங்கே இருந்து எல்லாத் திசைகளிலும் ஒரே விகிதத்திலில்லாமல், குறைந்துகொண்டே செல்கிறது. யோக்கின் ஏற்றஇறக்க வாட்டத்திற்கும் முட்டையின் புறணியின் ஏற்ற இறக்க வாட்டத்திற்கும் இடையில் நடைபெற்ற பின்னிய செயல்விளைவுகளின் விளைவாக வேதியியல் ஏற்ற இறக்கவாட்டம் தோன்றியிருக்கக்கூடும் என்று கருதப்படுகிறது. எவ்வாறிருப்பினும் இங்கே அது c, v, ஆகிய இரண்டு காரணிகளின் ஈவாகவே இருக்குமே தவிர அவைகளின் விளைபொருளாக இருக்காது என்பது முக்கியமான கருத்தாக இருக்கிறது. ஒழுங்கான இடக்கிடப்பியல் அமைப்பில், வரிசையாகப் பண்படிப்படையான வேறுபாடுகளைக் கொண்ட உறுப்புகள் தோன்றுவது ஆர்கனிசன் (Organisine) என்ற

பொருளின் அடர்த்திக்குத் தகுந்தவாறு செல்கள் வேறுபாடடைதலேயே பொருத்திருக்கிறது. மிக அதிகமான அடர்த்தியில் முதுகு நாண் தோன்றக்கூடும். இதைவிட அடர்த்தி குறைந்த இடங்களில் சோமைட்டுகள் தோன்றக்கூடும். இதுபோலவே மற்றவைகளும் தோன்றுகின்றன. எந்தவிதமான வேறுபாடடைதல் தோன்றுகிறது என்பது அடர்த்தி ஏதா ஓர் எல்லையை விஞ்சிய மதிப்பைப் பொருத்தோ, இல்லாமலோ இருக்கிறது என்ற நிலையைச் சார்ந்திருக்கிறது. ஒழுங்குபடுத்தும் கூர்நோக்குச் செய்தியை இதனடிப்படையில் எளிதாக விளக்கமுடியும். மூலத்தில் தோன்றுகின்ற பிறட்சிகளுக்குப் பின் ஆர்கனிசின் (organisine) திரும்பவும் மற்றொரு வழியில் மாறுபட்டு விநியோகப்படுத்தப்படுகிறது. எந்த ஓர் இடத்தில் அதனுடைய அடர்த்தி எல்லாத் திசைகளிலும் குறைந்திருக்கிறதோ, அந்த இடத்திற்கு மிகவும் அதிகமாகக் காணப்படுகின்ற மத்தியப் பகுதியிலிருந்து எளிய முறையில் ஊடுகலத்தல் முறையில் பரவி மீண்டும் அதனைச் சம நிலைக்குக் கொண்டுவரமுடிகிறது. மாற்றி ஒட்டப்பட்ட தூண்டியியக்கக் கூறிலிருந்து அமைப்பாண்மைச் செயலெல்லை அதைச் சூழ்ந்திருக்கும் திசுக்களுக்கு விரிந்துசெல்வது ஆர்கனிசின் (organisine) என்ற பொருள் ஊடு காலத்தினால் ஏற்படுகிறது என்று விளக்கமுடியும். இதே விளக்கம் அமைப்பாண்மைச்செயல், அமைப்பாண்மை மையத்தில் ஒட்டப்பட்ட நடுநிலைப் பொருள்களுக்கு மாற்றப்படுகிறது என்பதை விளக்குவதற்கும் பயன்படுத்தப்படுகிறது.

அண்மைக்காலத்தில் டால்க் (Dalcq) கருவின் பாகங்களுக்கிடையேயுள்ள உடற்செயலில் போட்டிப் போராட்டத்திற்கு அதிக முக்கியத்துவம் கொடுத்துத் தன்னுடைய புனைக்கருத்தை மேலும் விரித்துரைத்துள்ளார். இந்தக் கோட்பாட்டை ஸ்பீகல்மேன் (Spiegelman) என்பவர் கொண்டு வந்தார். இழந்த பாகங்களைத் திரும்பப்பெறுதல் கோட்பாட்டின் அடிப்படையில் நடைபெற்ற விதத்தில் இதனைப் பயன்படுத்தினார். அண்மையில் அமைந்திருக்கும் வளர்செல் தொகுப்புகள் அங்கே காணப்படும் உணவுப் பொருள்களைத் தனதாக்கிக் கொள்வதில் போட்டியிடுகின்றன என்று ஊகித்தார். மேலும் அவைகளினால் தோற்றுவிக்கப்படும் கழிவுப்பொருள்களினால், ஒன்றையொன்று மூழ்கடித்துக் கொள்கின்றன. ஏதோ ஒரு வழியில் சற்றுச் சாதகமான சூழ்நிலையை ஒரு செல் தொகுப்புப் பெற்றால் இந்தச் சூழ்நிலையிலுள்ள மற்றைய செல் தொகுப்புகளின் வேறுபாடடையும் செயல் குறுக்கப்படுகிறது. இதைத்தான் ஓங்குதல் (dominance) என்றழைக்கிறார்கள். டால்க் (Dalcq) இந்தக்

கருத்தை அமைப்பாண்மைச் செயலெல்லையில் காணப்படும் தொடர்புகளை விளக்குவதற்குப் பயன்படுத்தினுர். அங்கே குறைவான அளவில் காணப்படுகின்ற ஆர்கனிசின் (organisine) என்ற பொருளுக்குச் செல்கள் போட்டியிடுகின்றன என்று ஊகித்தார். இதனடிப்படையில் கூர்நோக்கின் அடிப்படையில் காணப்பட்ட பல புனைவுக் கொள்கைகளை விளக்குவதில் உண்மையாகவே வெற்றிபெற்றுர் என்று கூறலாம்.

டால்க்கின் (Dalcq) கண்டுபிடிப்புகள் நடைமுறையில் ஆராய்ச்சிக்குட்படுத்தப்படும் வளமான கோட்பாடுகளாக அமைந்தன. இக் கோட்பாடுகள் எண்ணிலடங்காப் பரிசோதனைகள் நடைபெறத் தூண்டின. அதிலிருந்து பல வகையான தர்க்கங்களும் உருவாயின. இந்தப் பரிசோதனைகளின் முடிவுகள் தனியொருமைக் கோட்பாட்டைக் (unitariantheory) காட்டுவதாக அமைகிறது. தூண்டியியக்கும் மூலக்குடலின் கூரைப் பகுதியின் வேறுபாடடைதலும் தூண்டியியக்கப்பட்ட நரம்புத் தகட்டின் வேறுபாடடைதலும் ஒரே பொருளின் அடர்த்தியின் வேறுபாடுகளினுல் தோன்றியிருக்கக்கூடும் என்ற கருத்தை விளக்க வேண்டியிருக்கிறது. இங்கே ஒரே பொருளினுல் அல்ல, இரண்டு பொருள்கள் சம்பந்தப்பட்டிருக்கின்றன என்று கொள்ளவேண்டும்.

இரண்டு பொருள்களும் ஏற்றஇறக்கவாட்டச் செயலெல்லைக்குத் தகுந்தாற்போல், விரவிக்கிடக்கின்றன. முதல் பொருள் மூலமுதல் தலைப்பகுதி தூண்டியியக்கும் கூறுவின் பொருள் (archencephalic inductor substance) என்று அழைக்கப்படுகிறது. இந்தப் பொருள் மூலக்குடலின் கூரைப்பகுதியின் முன்பகுதியில் அதிக அடர்த்தியுள்ளதாக இருக்கிறது என்பது உண்மையெனக் கொள்ளத்தக்கதாக இருக்கிறது. தனிச்செயலால் அது புறஅடுக்குக் கண்களுடன் கூடிய முன் மூளைப்பகுதி, மூக்கு உறுப்புகள் போன்றவைகளைத் தூண்டியியக்குகிறது. ஆனுல், வெளிப்படையாக இந்தப் பொருளாக இல்லாதிருக்கிற வேருெரு பொருள் மேற்கூறப்பட்ட அதே செயலையுடைய வேருெரு பொருள் இயற்கைக்கு முரண்பாடான சாராயத்தில் தோய்த்த சீமைப் பெருச்சாளியின் கல்லீரல் போன்ற ஏதோ ஒரு தூண்டியியக்கக் கூறுகளிலும் இருக்கிறது. ஆனுல், முன்னதைப் போன்ற தனித்தன்மையில்லாத அதே வேறுபாடடைதலை அமிலங்கள், காரங்கள், அமோனியா, சாராயம், வடித்தநீர் போன்றவைகள் பாதகமான செயற்பாடுகளை இருபடைக் கருக்கோளத்தின் புறஅடுக்கில் தோற்றுவிக்கின்றன. முதல்விதி கிட்டத்தட்ட தனித்தன்மையல்லாத பண்பைக் கொண்டிருக்கிறது என்பது வெளிப்

படையாகிறது. இதை நியூக்கூப் (Nieuwkoop, 1952) தூண்டுதல் (activation) என்று அழைத்தார்.

இரண்டாவது பொருள் முதுகுத்தண்டின் வால்பகுதி (spino-caudal) அல்லது நடு அடுக்குத் தூண்டியியக்கும் பொருள் (meso-dermal inductor substance) என்று பலவாருக அழைக்கப் படுகிறது. இந்தப் பொருள் மூலக்குடல் கூரையின் பின் பகுதிக்கு அருகில் அதிகமான அடர்த்தியைக் கொண்டிருக்கக்கூடும் என்று கருதப்படுகிறது. இங்கேயிருந்து முன்னுக்கு தலைப்பகுதியின் நடுப்பகுதிவரை அடர்த்தி குறைந்து கொண்டே செல்கிறது. இந்தப் பொருள் தனித்துச் செயல்படுவதால் புற அடுக்கையும் நடு அடுக்கு உறுப்புகளையும் தூண்டுகிறது. இவை இயல் பான வளர்ச்சியில் மார்பக, வால்பக்க நடு அடுக்காக இருக் கின்றன. இவை நரம்புத்தகட்டின் பின்பகுதியின் ஐந்தாவது பகுதியிலிருந்து தோன்றுகின்றன (Spofford, 1948). இது போன்ற தொரு பொருள் சீமைப் பெருச்சாளியின் (guinea pig) சாராயத்தில் தோய்க்கப்பட்ட எலும்பு மச்சையில் காணப்படுகிறது.

தலை–வால் பகுதி (crano-caudal) நடுமையப் பக்கவாட்டுப் (medio lateral) பகுதியின் தசைகளில் காணப்படும் இடஞ்சார்ந்த பகுதி வேறுபாடடைதல், இந்த இரண்டு இயக்கும் பொருள்களின் பின்னிய செயல் விளைவுகளினுல்தான் இருக்கக்கூடும் என்று இப் பொழுது கருதப்படுகிறது. ஒவ்வொரு பரப்பின் வேறுபாடடை தலும், இந்த இரண்டு இயக்கு பொருள்களின் விகிதத்தையே சார்ந்திருக்கிறது. நடு அடுக்குத் தூண்டியியக்கி தொடர்புடைய மூலக் குடலின் தலைப் பகுதி தூண்டியியக்கியின் அடர்த்தியைவிட அதிகமாகிக்கொண்டே இருந்தால் அதற்கிசைந்தாற்போல் முன் மூளை மாறுபாடடைதலிலிருந்து மாறி, பின் மூளைப் பாகங்களின் வேறுபாடடைதலுக்கு மாற்றி அமைக்கப்படுகிறது. இதன்பின் முதுகு நாண், மார்பு உறுப்புகள், அதன்பின் வால் உறுப்புகளும் முடிவில் வால் பின்பகுதி, நடு அடுக்கு மட்டும் தோன்றுகின்றன. இது இயல்புக்கு முரண்பாடான தூண்டியியக்கக் கூறுகளின் இணைவுகளாலும், இயல்பான மூலக் குடல் கூறின் ஒரு பகுதி யைக் கொண்டு செய்யப்பட்ட பரிசோதனைகளிலிருந்தும் காட்டப் பட்டிருக்கிறது.

நியூக்கூப் (Nieuwkoop, 1952) இயல்பான வளர்ச்சியில் இந்த இரண்டு இயக்கிகளுக்குமுள்ள காலத்தொடர்பை மிக முக்கிய மாக எடுத்துக்காட்டினர் இருபடைக் கருக்கோளாக்கம் நடை பெற்றுக்கொண்டிருக்கும்பொழுது மூலக்குடல் (archenteron) உட்பிதுங்கிக்கொண்டிருக்கும்பொழுது, மூலக்குடலின் கூரைப்

பகுதியின் ஆற்றலுக்குப் புற அடுக்கின் ஒவ்வொரு பகுதியும், ஒன்றன்பின் ஒன்ருக ஈடுபடுத்தப்பட்டுத் தூண்டப்படுகிறது (activated). உட்பிதுக்கம் மேன்மேலும் நடைபெறும்பொழுது நரம்புத் தகட்டின் மிக முந்திய பாகம் தவிர வருங்கால நரமபுத் தகட்டின் ஒவ்வொரு பகுதியும் இரண்டாவது (நடு அடுக்கும்) தூண்டியியக்கக் கூறுவின் செயலுக்கு உட்படுத்தப்படுகிறது. அது முன் முளைப் பகுதிகளாக வேறுபாடடையும்படித் தூண்டப்பட்டிருக்கும் தன்மை மிகப் பின்வால் உறுப்புகளாக வேறுபாடடையும் தன்மைக்கு மாற்றப்பட்டிருக்கிறது. இந்த மாற்றப்படும் செயலின் திறன் மாற்றி அமைக்கும் விதிகளின் முடிவான திறனையே சார்ந்திருக்கிறது (Eyal-Giladi, 1954).

வருங்காலப் பரிசோதனைகள் தூண்டியியக்கும் பொருள்களின் வேதியியல் இயல்புகளைக் காட்டவேண்டும். இப்பொழுது கண்ட முடிவுகள் மூலக்குடல்-தலைப் பகுதி (archence-phalic), நடு அடுக்கு (mesodermal) என்ற இரண்டு இயக்கிகளின் தன்மை (agents) இயல்பற்ற தூண்டியக்கக் கூறுகளிலிருந்து பெறப்பட்டன. இவை புரதங்கள் (proteins) என்று மெய்ப்பிக்கப்பட்டிருக்கின்றன. இதே பொருள்களே முன்னல் கூறப்பட்டபடி இயல்பான வளர்ச்சியில் முக்கிய பங்கை வகிக்கவேண்டும் என்பது அவசியமில்லை; அதாவது புரதத்தைத் தவிர வேறு சில பொருள்களாகவும் இருக்கலாம்.

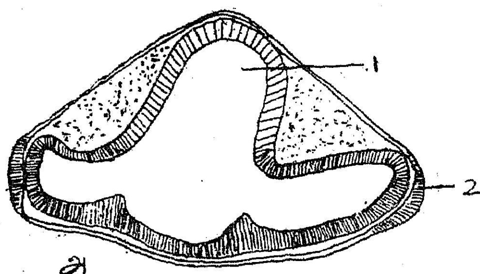
8. தூண்டலும் உறுப்பமைப்பும்

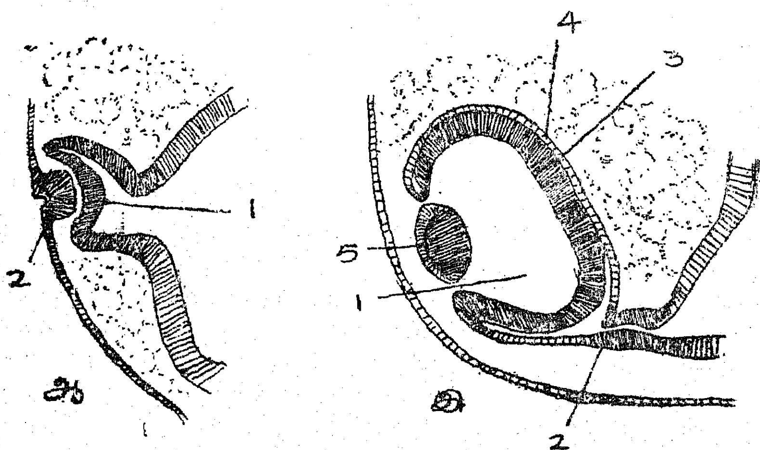
(Induction and Organogenesis)

குழலாக்கத்தைத் தொடர்ந்து இடக்கிடப்பியல் செயல் முறைகளின் காரணமாக வளர் கருவின் இடஞ்சார்ந்த பலவாகும் தன்மை விரைவாக அதிகரிக்கிறது. இந்தப் பலவான தன்மை இப்பொழுது வளர்கருவின் வெவ்வேறு இடங்களில் தோன்றுகின்றது. இருபடைக் கருக்கோளாக்கம், குழலாக்கம் நடைபெற்றுக்கொண்டு இருக்கும் காலத்தில் மூலத்தின் இடக்கிடப்பியல் செய்முறைகள் ஒன்றுக்கொன்று தொடர்புடைய, ஒருங்கிணைந்த ஒரு மண்டலத்தை உருவாக்குகின்றன. ஆனல், இப்பொழுது மடிப்பு முறைகள், செல்கள், செல்கள் இடம் பெயர்தல், உட்பிதுக்கங்கள், வெளியே தள்ளப்படுதல் போன்ற செய்முறைகள் ஆங்காங்கே குறிப்பிட்ட சில இடங்களிலேயே காணப்படுகின்றன. அவைகள் கிட்டத்தட்ட ஏக காலத்தில் உறுப்புகளின் முதல் மூலங்களாக (organ primordia) வரையறுக்கப்படுதல் என்ற முடிவையே தருகின்றன. நாம் இங்கே உறுப்புகளின் உற்பத்தியை (organogenesis) விரிவாகக் காண்போம்.

மீண்டும் இங்கேயும் மூலத்தின் (germ) வெவ்வேறு பாகங்களிடையே நடைபெறும் பின்னிய செயல் விளைவுகள் மிக முக்கியமானதொரு செயலைச் செய்கின்றன என்பதற்கு முடிவான சான்றுகள் இருக்கின்றன. அவைகளைத்தான் தூண்டல் உறுப்பு அமைப்பு என்ற தலைப்பில் இதற்கு முந்திய அத்தியாயத்தில் படித்தோம். நீர் நில வாழ்விகளில், கண்ணின் வளர்ச்சி மேலே கண்ட புலன் குறித்த செய்திகளை விவாதிப்பதற்கு முதல் எடுத்துக்காட்டாக எடுத்துக் கொள்ளலாம். ஏனென்றல், இந்த உறுப்புகளே வளர்ச்சியின் இயல்நிலை இயக்கங்களை (developmental mechanics) அறியும் பொருட்டு முதன்முதல் ஆராய்ச்சிக்கு எடுத்துக் கொள்ளப்பட்ட உறுப்புகளில் ஒன்றுகும். இங்கே மேலே குறிப்

பிட்ட நோக்கங்களை அலசிப்பார்ப்பதில் குறிப்பிடத்தக்க முன்னேற்றம் முன்னரே காணப்படுகிறது.





படம் 47.

முதுகெலும்புள்ளவற்றின் கண்ணின் வளர்ச்சி.

அ. கண் பையின் பிதுக்கம்.
1. மூளை, 2. விழிவில்லை மூல முதல்,

ஆ. கண் பையின் உட்பிதுக்கம்.
1. கண்கிண்ணம், 2. கண்வில்லைப் பள்ளம்.

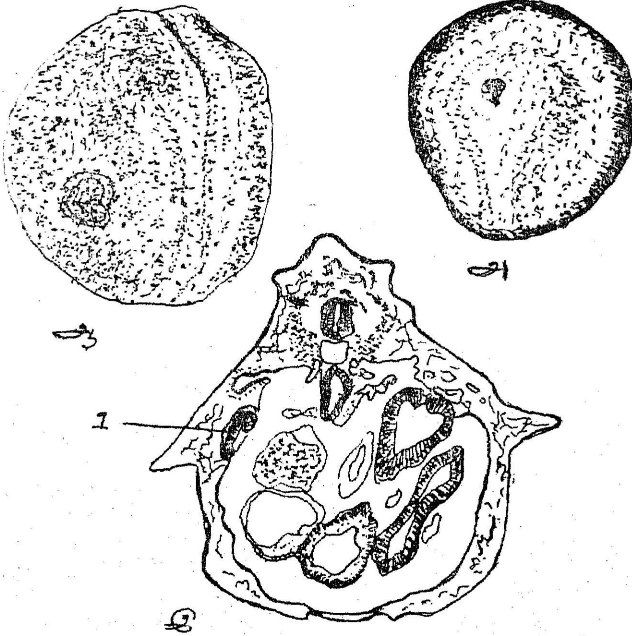
இ. கண்கிண்ணம் கண்காம்பின் வழியாக மூளையுடன் தொடர்புகொண்டிருக்கிறது.
1. கண்கிண்ணம், 2. கண்காம்பு, 3. விழித்திரை,
4. நிறமி எபித்தீலியம், 5. விழிவில்லை (புறத்தோலடுக்கிலிருந்து பிரிந்துவிட்டது.)

முதுகுநாணுள்ளவைகளின் கண் மிகச் சிக்கலான ஓர் உறுப்பு. அது வெவ்வேறு வழித்தோற்றத்திலிருந்து உண்டாகிய பல பாகங்

களின் கூட்டமைவினால் தோன்றுகிறது. நரம்புத்தகடு மூடுவதனால் தோன்றிய நரம்புக்குழாயின் இருபக்கங்களின் சுவர்களும் ஒரு பை போன்ற பிதுக்கத்தை உருவாக்குகின்றன (vesicular protrusion). இந்தப் பிதுக்கம் வருங்கால வாழ்விற்குரிய முன் மூளைப்பகுதியில் (fore-brain) காணப்படுகிறது. இதற்கு மூல முதல்-கண்-பை (Primary-eye-vesicle) என்று பெயர் (படம் 47 அ). இந்த வெளிப்பிதுக்கங்கள் ஆரம்பத்தில் நரம்புக் குழாயுடன் விரிவான, அகலமான தொடர்பு கொண்டுள்ளன. ஆனால், இது சீக்கிரமே குறுக்கப்பட்டு கண் பைகள் (eye-vesicles) என்று ஆக்கப்பட்டு மூளையினுடன் ஒரு சிறு காம்பு மூலம் இணைக்கப்பட்டிருக்கிறது. இதற்குக் கண் காம்புகள் (eye stalks) என்று பெயர். கண் பைகளின் புறச்சுவர் தலைப்பகுதியை மூடிக் கொண்டிருக்கும் புற அடுக்குத் தோலுடன் வெகுவிரைவிலேயே தொடர்பு ஏற்படுத்திக்கொண்டிருக்கிற இந்த இடத்தில், புற அடுக்கு தடிக்கின்றது. இந்தத் தடிப்பிற்கு விழிவில்லைத் தடிப்புகள் (lens placode) என்று பெயர். இது உள் பிதுக்கப்படுவதால் (invagination) வில்லைப் பை (lens-vesicle) ஆக மாறி புற அடுக்கிலிருந்து தன்னை விடுவித்துக் கொள்கிறது. அதேநேரத்தில் விழிப் பையும் உட்பிதுங்குகிறது. இவ்வாறு பிதுங்குவதால் இரண்டு சுவருடைய விழிக் கிண்ணம் தோன்றுகிறது (படம் 47 ஆ). இந்த விழிக் கிண்ணத்தின் உட்சுவர் செறிவுடையதாக மாறி விழித் திரையாக (retina) வளர்ச்சியுறுகிறது. இந்தக் கிண்ணத்தின் வெளிச்சுவர் அல்லது புறச்சுவர் மெல்லியதாகவே இருந்து விழித் திரையைச் சூழ்ந்து கொண்டிருக்கும் நிறமி எபித்தீலியமாக (pigment epithelium) உருவாகிறது (படம் 47 இ). இதன்பின் கருவிழிப் படலம் (iris) விழிக் கிண்ணத்தின் விளிம்புகளிலிருந்து தோன்றுகிறது. கண் காம்பு (eye-stalk) பார்வை நரம்புகளாக (optic nerve) வளர்ச்சியுற்றுக் கண்ணை மூளையுடன் இணைக்கிறது. ஒளி ஊடுருவிச் செல்லும் தன்மையுள்ள விழி வெண்படலம் (cornea) கண்ணின்மேல் காணப்படும் தோலிலிருந்து தோன்றுகிறது. முடிவில் கண்ணைச் சூழ்ந்து கொண்டிருக்கும் மீசன்கைம் (mesenchyme) தன்னுடைய பங்கைக் கொடுக்கிறது. மீசன்கைம் கண் கிண்ணத்தினுள் ஊடுருவிச்சென்று விட்டிரியல் அங்கம் (vitreous body) உருவாவதில் பங்குகொள்கிறது. மேலும் அது கண்ணைச் சூழ்ந்திருக்கும் பல கடினமான படலங்களை உருவாக்குவதில் பங்குகொள்கின்றது.

விழிப்பையை மூளையின் சுவரிலிருந்து வெளித் தோன்றுமாறு செய்வது எதுவாக இருக்கும் என்பது கண்ணின் வளர்ச்சியில் தொடர்புடைய பல பிரச்சினைகளில் முதலாவதாக இருக்கிறது. நரம்புத்தகட்டின் (neural plate) முன்மூளைப்பகுதியின் பாகங்களை

வெட்டியெடுத்து மூலத்தின் (germ) வேறு சில பகுதிகளில் மாற்றி ஒட்டும் பரிசோதனைகள் இந்த இடங்களிலும் இயல்பான கண்கள் வளர்ச்சியுறமுடியும் என்பதைக் காட்டியிருக்கின்றன (படம் 48). கண் பை (eye-vesicle) தோன்றுவதற்கான ஆற்றல் புதிதாகத் தோன்றிய நரம்புத்தகட்டின் முன்முனைப் பகுதிகளில் இதற்கு முன்பே இருந்திருக்கவேண்டும் என்பதை வெளிப்படையாகக் காட்டுகின்றது மாங்கோல்டு (Mangold, 1928-29). கண்ணைத்



படம் 48.

அ. பாம்பினேட்டார் வளர்கருவின் நரம்புத் தட்டின் முன் முனையிலிருந்து வலப் பக்கக் கண் மூல முதல் நீக்கப்பட்டிருக்கிறது.

ஆ. வேறொரு வளர்கருவின் வலப்பக்கத்தில் மாற்றி ஒட்டப்பட்டிருக்கிறது.

இ. 'ஆ' வளர்கருவிலிருந்து வளர்ந்த லார்வாவின் குறுக்கு வெட்டுத் தோற்றம்.

1. கண் கிண்ணம் (ஒட்டிலிருந்து வளர்ந்தது).

தோற்றுவிக்கும் ஆற்றலைக் கொண்டிருக்கும் ஆக்கப் பொருள்களின் நன்றாக வளர்ச்சிபெற்ற இருபடைக் கருக்கோள நிலையிலேயே கொண்டிருக்கின்றன என்பதைக் காட்டியிருக்கிறார். இருபடைக் கருக்கோளநிலையில் எந்தவிதமானதொரு நரம்புத்தகடும் இருக்க வில்லை. மூலக்குடலின் கூரைப்பகுதியின் தூண்டி இயக்கும் சக்திக் குட்பட்டு. புற அடுக்கு இந்த ஆற்றலை வருந்திப் பெற்றிருக்

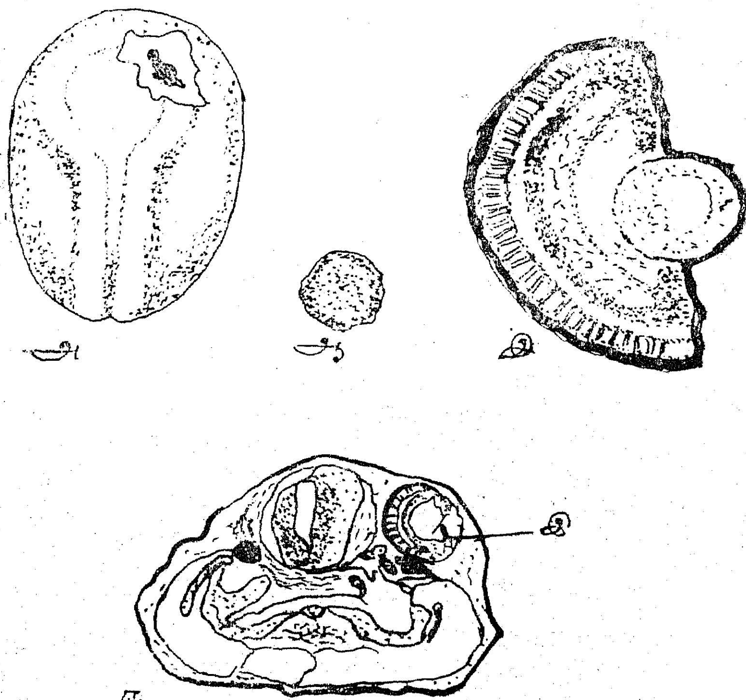
கிறது. ஸ்பீமன் (Spemann, 1931) என்பவரால் நடத்தப்பட்ட பரிசோதனைகள் பின்வரும் உண்மைகளைக் காட்டுகின்றன.

கண்பைகளை வெட்டியெடுத்து வேறொரு கருவின் வயிற்றுப் புறப் பகுதியில் மாற்றி நடும்பொழுது (transplanted) இந்த அமைப்பாண்மை மையம் (organisation centre) மூளைத் திசுக் களைத் தூண்டி இயக்குவதோடல்லாமல் கண்களையும் கூடத் தூண்டியியக்குகிறது. இங்கே குறிப்பிடத்தக்கது என்னவெனில் கண்களைத் தோற்றுவிக்கும் ஆற்றல் முதன்முதல் நரம்புத் தகட்டின் முன்முனைப்பகுதி முழுவதிலும் ஒரே சீராக விரவிக் கிடக்கிறது என்பதாகும். ஆகவே, அதனுடைய எந்த ஒருபாகமும் மாற்றி நடப்படும்பொழுது கண்ணையே தோற்றுவிக்கும். இந்தக் கண்ணைத் தோற்றுவிக்கும் சக்தி வெகுகாலத்திற்குப் பிறகே இரண்டு பக்க மையங்களாகச் (lateral centres) செறிவுற்றுக் காணப்படுகிறது. இவ்வாறு சக்தி பக்கமையங்களில் செறிவுற்றுக் காணப்படுவதால் நடுமையத்தில் இந்த ஆற்றல் காணப்படவில்லை. அடெல்மான் (Adelmann, 1929-37) என்பவரால் செய்யப்பட்ட பரிசோதனைகள் இதுவும்கூட மூலக்குடலின் கூரைப் பகுதியின் (archenteric roof) செயல்களினுல்தான் ஏற்படுகிறது என்பதை வெளிப்படுத்தியுள்ளன. ஏதோ ஒரு படிநிலையிலிருந்து தொடர்ச்சியாக மூலக்குடலின் கூரைப்பகுதியின் குறுகிய நடுமையப்பட்டை தூண்டியியக்க ஆற்றலைத் தோற்றுவித்து இந்தப் பகுதியின் மேற்புறத்தில் காணப்படும் புற அடுக்கின் கண்ணுகை வளர்ச்சியுறும் ஆற்றலைக் குன்றச் செய்கிறது.

இந்தக் காட்சியறிவு சாதாரணமான குறைபாடுகளை விளக்குவதற்கு ஏதுவாக இருக்கிறது. வேதியியல் வழியிலோ அல்லது இயல்நிலை இயக்க முறையிலோ (mechanical) தலைப்பகுதியில் காணப்படும் மூலக்குடலின் கூரைப்பகுதியின் நடுமையப் பகுதிக்கு ஊறு ஏற்பட்டால் அந்தப் பகுதியின் குன்றச் செய்யும் சக்தியைச் சிதைத்து விடுகிறது. ஆகையால் இரண்டு பக்கக் கண்களுக்குப் பதிலாக ஒரு தனிமையான மையக்கண் நரம்புத்தகட்டின் அடிப்பாகத்திலிருந்து தோன்றுகிறது. இதனை சைக்லோப்பியா (cyclopia) என்றழைக்கிருர்கள்.

இதையடுத்த பிரச்சினை என்னவாக இருக்கிறதென்ருல் கண்பை வெளித்தள்ளப்பட்டதிலிருந்தே உடனிகழ்வாகவே அதனுடைய பிற்கால வேறுபாடடைதல்களான விழித்திரை, நிறமிஎபித்தீலியம், கண்காம்பு போன்றவைகளும் ஐயத்திற்கிடமில்லாமல் நிர்ணயிக்கப்பட்டு விடுகின்றனவா இல்லையா என்ப

தாகும். கண்ணின் மூலமுதல் (primordium) மாற்றி நடப்படும் பொழுது இயல்பான முறையில் உள் பிதுங்குகிறது. அதோடு மட்டுமல்லாமல் ஒரு கண் கிண்ணத்தையும் உருவாக்குகிறது. விழித்திரை (retina), நிறமி எபித்தீலியம் போன்றவைகளும் கூட அவைகளுடைய இயல்பான வேறுபாடடைதல் வழிமுறையில் சென்று உருப்பெறுகின்றன. இதிலிருந்து மூலக்குடலின்



படம் 49.

இராஞ எஸ்குலெண்டா விழிவில்லை தனித்து வேறுபாடடைதல்.

அ. நரம்புத்தட்டு படிநிலையில் வலப்பக்கக் கண் மூலமுதல் வெட்டிநீக்கப்படுகிறது.

ஆ. இதிலிருந்து தோன்றிய லார்வாவின் குறுக்கு வெட்டுத் தோற்றம்.

ஈ. அறுவைச் சிகிச்சை கடந்த 14 நாள்கள் கழித்து குறுக்காக வெட்டப்பட்டது. வலது கண் (படத்தில் இடது) இல்லை. இருந்தபோதிலும் விழிவில்லை தோன்றிற்று. கண்வில்லை. ஆ; இ–யை விடச் சிறியது. இ - இயல்பான கண்.

கூரைப்பகுதியின் நிர்ணயிக்கும் ஆற்றல் கண்கிண்ணத்தின் (eye-cup) பிற்கால வளர்ச்சிப் படிநிலைகளை ஓரளவுக்கு முடிவு செய்கின்றன என்பதைக் காட்டுகிறது.

எவ்வாறிருப்பினும் டிராகோமிரோ (Dragomirow, 1932-37) என்பவரால் நடத்தப்பட்ட பரிசோதனைகள் கண்ணைப் படிநிலையில், பைச்சுவரின் பாகங்கள் இன்னும் ஒன்றையொன்று இட நிறைவு செய்யக்கூடும் என்பதைக் காட்டுகின்றன பக்கச் சுவரிலிருந்து விழித்திரை (retina) தோன்ற வேண்டும் என்ற முடிவான நிர்ணயித்தல் கண்பை உள்பிதுக்கம் தோன்றும் காலம்வரை நிகழ்வதில்லை. இந்தப் பரிசோதனைகள் உள்பிதுங்கிக் கொண்டிருக்கின்ற விழிவில்லைப்பையிலிருந்து (lense vesicle) தோன்றுகின்ற தூண்டியியக்கம் இந்த நிர்ணயித்தலில் ஒத்துழைக்கின்றன என்ற எண்ணத்தை எளிதில் நம்பத்தக்கதாகச் செய்கின்றன.

நாம் இப்போது விழிவில்லைகளின் வளர்ச்சியின் பக்கம் திரும்புவோம். சில நீர் நில வாழ்விகளில் பிற்காலத்தில் விழிவில்லைகளாக (eye-lenses) உருப்பெறும் புற அடுக்கு நன்றாகவே வளர்ச்சியுற்ற நியூருலா (nevrula) படிநிலைக்கு முன்பே வில்லைகளைத் தோற்றுவிக்கும் பலவீனமான ஆற்றலைக் கொண்டிருக்கின்றன என்பதை மாற்றி நடும் பரிசோதனைகள் மெய்ப்பித்திருக்கின்றன. எடுத்துக்காட்டாக அந்தப் புற அடுக்கை வெட்டியெடுத்து வயிற்றுப் புறப்பகுதியில் மாற்றிப் பொருத்தினால் அது ஏறத்தாழ நன்றாக வளர்ச்சியுற்ற சிறிய வில்லையை (lens) உற்பத்தி செய்கிறது (Harrison, 1920; Woerdeman, 1934). இந்த ஆற்றல் வெளிப்பிதுங்கிக் கொண்டிருக்கும் கண் பை புற அடுக்குடன் தொடர்பு ஏற்படுத்திக்கொள்ளும் தருணத்தில் மிகவும் வலிமையுள்ளதாகிறது.

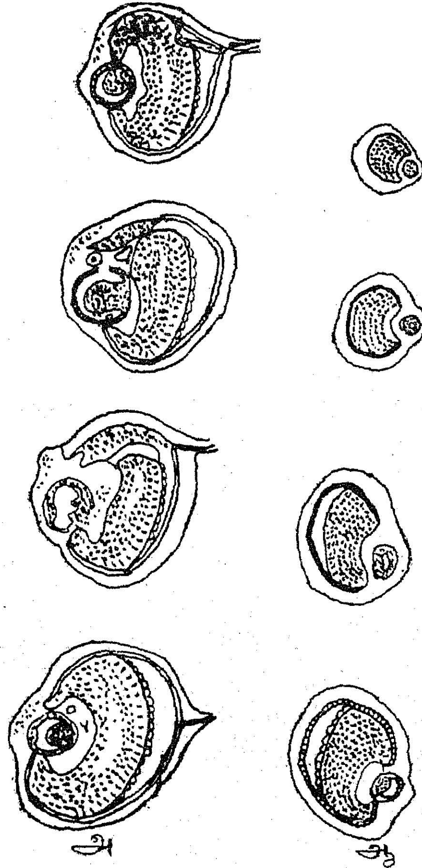
இந்த அனுமானம் வெளிப்படையான ஒன்றாக இருக்கிறது. அதாவது கண்பை அதன் மேலுள்ள புற அடுக்கைத் தூண்டியியக்குவதில் முக்கியமானதொரு பங்கை வகிக்கிறது. பின் வருகின்ற பரிசோதனைகள் நாம் மேலே கொண்ட கோட்பாட்டை (hypothesis) உண்மையென்று மெய்ப்பித்திருக்கின்றன. பல நீர் நில வாழ்விகளில் கண் பையை புற அடுக்கோடு தொடர்பு ஏற்படுத்திக் கொள்வதற்கு முன்பே வெட்டியெடுத்துவிட்டால் விழிவில்லைகள் தோன்றுவதில்லை. வேறு சில இனங்களில் (species) புற அடுக்கில் மெல்லிய தடிப்பு ஒன்றே தோன்றுகிறது. மேலும் ஒரு சிலவற்றில் அதாவது ராணா-எஸ்குலெண்டா (rana esculenta) என்பதில் நன்றாக வளர்ச்சி பெற்ற நிலையிலேயே காணப்படுகிறது. இது கண்பையின் சக்திக்கு அப்பாற்பட்டு வளர்கிறது என்பது கருத்தாகும் (Spemann, 1912) (படம் 49). வில்லைப்புற அடுக்கிற்குப் பதிலாக வேறு புற அடுக்குகளை மாற்றி வைத்தால்

(உதாரணமாகத் தலைப் புற அடுக்கு, வயிற்றுப் புற அடுக்கு) ஏதோ ஒரு சந்தர்ப்ப சூழ்நிலைகளுக்குட்பட்டு இந்த அயல் புற அடுக்கு ஒரு வில்லையைத் தோற்றுவிக்கலாம். இது போன்ற தொரு செயல் கண்பையை வெட்டியெடுத்து உடம்பின் வேறொரு பகுதியின் புற அடுக்கின் கீழ்ப் பொருத்தினால் நிகழ்கிறது (Lewis, 1904).

ஆயினும் கடைசி இரண்டு பரிசோதனைகளிலும் புற அடுக்கின் எதிர்வினைவு இதைப் பொருத்த அளவில் எப்பொழுதும் அதே தன்மைத்தாக இருந்ததில்லை. இளநிலையில் புற அடுக்கு முழுவதும் கண்பையின் தூண்டியியக்கத்திற்கு உட்பட்டு வில்லையைத் (Lens) தோற்றுவிக்கும் ஆற்றலை இன்னமும் வைத்திருக்கிறது; ஆனால் இழக்கவில்லை என்பது உண்மை. ஆனால் சில நீர் நில வாழ்விகளில் குழலாக்கம் (neurulation) நடைபெற்ற பின் இந்தத் திறன் கண்ணைச் சூழ்ந்திருக்கிற பகுதிகளில் மட்டும் கட்டுப்படுத்தப்படுகிறது. வளர்ச்சி நடைபெறும்பொழுது இந்த எதிர்வினைவுச் செயலெல்லையின் (re-action field) பரப்பளவு குறைகிறது. சாதாரணமாக எங்கே வில்லைகள் உருப்பெறுமோ அந்த இடங்களில் எதிர்வினைத்திறன் அல்லது தகுதி (competence) பலம் பொருந்தியதாக உள்ளது. இந்த மையத்திலிருந்து இந்தத் தகுதி மேற்பரப்பை நோக்கிப் படிப்படையாகக் குறைந்து கொண்டே செல்கிறது.

இந்தத் தூண்டியியக்கச் செய்முறைகளைப் பற்றிய சில விளக்கங்களை இங்கே குறிப்பிடுவோம். எல்லாவற்றிற்கும் முதலாவதாகத் தூண்டியியக்கும் கண்பைக்கும், தூண்டியியக்கப்பட்ட விழி வில்லைகளின் உருவளவிற்கும் தொடர்பு இருப்பதுபோல் தோன்றுகிறது. கண்பையின் (eye-vesicle) உருவளவைப் பரிசோதனைகள் மூலம் குறைக்கவோ, கூட்டவோ இயலும். குறைவுறச் செய்ய வேண்டுமானால் கண்பகுதியின் ஒரு பகுதியை வெட்டியெடுத்துவிட வேண்டும். கண்பையின் உருவளவைக் கூட்ட வேண்டுமானால் இரண்டு கண் முதல் மூலங்களை (eye-primordia) ஒன்றாக இணைக்க வேண்டும். இவ்வாறு உருவளவில் மாற்றப்பட்ட கண்பைகள் எப்பொழுதும் வில்லைகளைத் தூண்டுகின்றன. அது கண் கிண்ணத்தினுள் ஏறத்தாழ சரியாக இருக்குமாறு பொருந்துகிறது (படம் 50). ஆனால், கண்பையும், வில்லைப் புற அடுக்கும் ஒவ்வாத இனத்தைச் சேர்ந்ததாக இருந்தால் மேலே குறிப்பிட்ட செயல் உண்மையாக இருக்கிறது. ஆனால், கண்பையும், வில்லைப் புற அடுக்கும் ஒவ்வாத இனத்தைச் சேர்ந்த ஒட்டுகளாக இருந்தால் (hetroplastics) விழிவில்லைகள் தோன்றுவதில்லை. டிரைட்டான்–

கிரிஸ்டேட்டஸ் (triton cristatus), இனத்தின் பெரிய கண் பையின் ஆக்கத் திரிபுகளுக்குட்பட்டு டிரைட்டான் டேனியேட்டஸ் (triton taeniatus) இனத்தின் புற அடுக்கு சாதாரண டேனியேட்டஸ் உருவளவுள்ள



படம் 50.

கண் வில்லையின் வடிவளவு கண் கிண்ணத்தைச் சார்ந்திருக்கிறது

பாம்பினேட்டர் கண் கிண்ணத்திலிருந்து வெவ்வேறு அளவுப் பொருள்கள் நீக்கப்படுவதால் பல சிறிய கண் கிண்ணங்கள் கிடைத்தன.

அ. இயல்பான கண் கிண்ணங்கள்,

ஆ. சிறிய கண் கிண்ணங்கள்.

கண்வில்லைகளை உருவாக்குகின்றன. ஆனால், முன்னதின் கண்ணோடு ஒப்பிட்டுப்பார்க்கும் பொழுது இது மிகமிகச் சிறியதாக இருக்கிறது. இதே முறையை நேர் எதிர்முறையில் மாற்றி இணைக்கும்

பொழுது கிரிஸ்டேட்டஸ் வில்லை டேனியேட்டஸ் கண் கிண்ணத்திற்கு மிகமிகப் பெரியதாக இருக்கின்றது.

இந்தப் பந்த பாசங்கள் பாலின்ஸ்க (Balinsky, 1957) என்பவரால் மேலும் விரிவாக ஆராயப்பட்டிருக்கிறது. அவருடைய பரிசோதனைகளில் தவளைகள், தேரைகள் (frogs and toads) ஆகியவற்றைச் சேர்ந்த எட்டு இனங்கள் பயன்படுத்தப்பட்டிருக்கின்றன. அவர் வில்லை அரும்பின் அல்லது வில்லை மூலத்தின் (lens rudiment) உருவளவு கண்கிண்ணத்தின் உருவளவையும் புற அடுக்கின் எதிர்விளைவுத் திறனையும் சார்ந்தே இருக்கிறது என்பதை எடுத்துக்காட்டினர்.

புற அடுக்கு, இனத்திற்கு இனம் விழியின் பின்புறத் திரையைத் தூண்டியியக்கும் ஆற்றலிலும் வேறுபடுத்திக் காட்டும் தனிச்சிறப்புகளிலும் பெரிய மாற்றங்களைக் காட்டுகின்றது. இது ஆராயப்பட்ட எல்லா இனங்களிலும் ஒருவகைத்தானதாக இருக்கிறது என்பதையும் காட்டுகிறது. இதற்கு மேலாக ஒவ்வொரு இனத்திலும் வில்லையின் உருவளவிற்கு ஒரு உச்ச எல்லை இருக்கிறது. வில்லை மூலம் (lens rudiment) இந்த உச்ச எல்லையின் அருகில் இருக்கும்பொழுது கண் பையின் பரிமாணம் அதிகமானாலும் கண் வில்லை மூலங்களைப் பெரிதாக்கும் ஆற்றல் பயனுடையதாக இல்லை. ஆகையால் வில்லை மூலத்தின் உருவளவு (size of lens rudiment) கண் கிண்ணத்தின் உருவளவையே சார்ந்திருக்கிறது என்பதை விசைக்குறி எண் சமன்பாட்டின் மூலம் (experimental equation) தெரிவிக்கப்பட்டிருக்கிறது.

வில்லையின் முடிவான வேறுபாடடைதலுக்குக் கண்கிண்ணத்தின் தொடர்ச்சியான செயல்விளைவு தேவைப்படவில்லை. கண் பை இருபத்து நான்கு மணிநேரம் புற அடுக்கில் இயக்க விளைவுகளை ஏற்படுத்தியபின் வெளியே எடுக்கப்பட்டால் இந்த நிலையில் புற அடுக்கு ஒரு மெல்லிய தடிப்பாக இருக்கும். வில்லை மூலமுதல் (lens primordium) தனித்தன்மையாக மாறுபாடடைந்து கொண்டே செல்லும் (ஃபிலெட்டௌ Filatow, 1934). கண் பையின் உட்சுவர் வில்லை நார்களைக் (lens fibres) கொடுக்கிறது. அதனுடைய வெளிப்புறச்சுவர் வில்லை எபித்தீலியத்தைக் (lens epithelium) கொடுக்கிறது. வில்லையின் இந்த முனைத்துவமும் (polarity) கூடக் கண்கிண்ணத்திஞல்தான் நிர்ணயிக்கப்படுகிறது.

ஆயினும் கண்கிண்ணத்தைத் தவிர வேறு உறுப்புகளும் அதே வகையான இயக்க விளைவுகளைச் செலுத்தமுடியும். வில்லைப் பை (lens vesicle) தலைப்பகுதியில் நியதிக்கு மாறான

தொரு நிலையிலிருந்து காதுப் பையுடன் (ear-vesicle) தொடர்பு கொண்டிருக்குமேயானால் ஒரு நுகர்ச்சிப் பள்ளமும் (olfactorypit) அல்லது மூளையுடன் வில்லை நார்களும் (lens fibres) தொடர்பு ஏற்படுத்திக் கொண்டிருக்கிற இடங்களில் தோன்றுகின்றன (Balinsky, 1930; Dragomirow). வில்லை அதனுடைய முனைத்து வத்தையும் தவிர இருபக்கச் சமச்சீர் அமைப்பையும் கொண்டிருக்கிறது. ஊவர்டிமேன் (Woerdeman, 1939-41) என்ற விஞ்ஞானி வில்லையின் வளர்ச்சியில் பங்குகொள்ளும் பல்வேறு செய்முறைகள் உடனிகழ்ச்சியாக நடைபெறாமல் ஒன்றன்பின் ஒன்றாக நடைபெறுகின்றன என்பதை எடுத்துக்காட்டியுள்ளார். வில்லை வளர்ச்சியில் வில்லையின் தடிப்புத் தோன்றுதல் போன்ற செயல்வழி முறைகள் ஏக காலத்தில் நிர்ணயிக்கப்படாமல் ஒன்றன்பின் ஒன்றாக அடுத்தடுத்து நிர்ணயிக்கப்படுகின்றன.

வில்லையைத் தோற்றுவிக்கின்ற தூண்டியியக்கம் (induction) இனத்தின் தனிப்பண்பாக இல்லை. ஒவ்வா மாற்று ஒட்டு (hetero-plastic) முறையில் மட்டுமல்லாமல் அயல் ஒட்டு (xeno plastic) முறையிலும்கூடக் கண்வில்லை தூண்டப்படலாம். உதாரணமாக அனுரன் கண்பை (anuran-eye-vesicle), யூரோடீல் (urodele) புற அடுக்கிலும், யூரோடீல், கண்பை அனுரன் புற அடுக்கிலும் கண் வில்லைகளைத் தோற்றுவிக்கக்கூடும் (Holt Freter 1935).

மக்கீஹான் (Mckehan, 1957) என்பவரால் கோழி வளர் கருவில் நடத்தப்பட்ட ஆராய்ச்சிகளிலிருந்து கண் பையின் நேரடிப்புற அடுக்குத் தொடர்பு வில்லைகள் தூண்டியியக்கப்படுவதற்கு மிக அவசியமானதொன்றாக இருக்கிறது. இந்த நேரடித் தொடர்பு செல்லோஃபான் பட்டையை உட்புகுத்துவதன் மூலம் ஓரிடத்தில் தடைசெய்யப்படுமேயானால் அந்த இடத்தில் வில்லைத் தடிப்பு (lens placode) தோன்றுவதில்லை. இந்தப் பரிசோதனை பால்வீஸ் (Paulweiss) என்பவரை ஈவோகேடார் (evocator) என்ற பொருள் ஊடுருவிச் செல்லாததால்தான் தூண்டியியக்கம் நடைபெறுவதில்லை என்ற முடிவுக்கு வரும்படி செய்தது. ஆனால் அவைகளுக்கிடையில் இருக்கும் தொடு நிகழ்ச்சிதான் (contact phenomenon) காரணமாக இருக்கலாம் என்றும் எண்ணத்தூண்டியது. உதாரணமாக தூண்டியியக்கக் கூறுவிற்கும், எதிர்விளைவு மண்டலத்திற்கும் இடையில் காணப்படும், இடைவெளியில் நடைபெறும் திட்டக் காட்சி சார்ந்த வேதியியல் (stero-chemical) எதிர்வினைகளே காரணமாக இருக்கலாம் என்று எண்ணத்தோன்றியது. ஆயினும் ஊவர்டிமானினுடைய (Woerde-man, 1950) ஆய்வுக் கூடத்திலிருந்து கிடைக்கப்பெற்ற சில பட்டி

யல்கள் இந்த எண்ணத்திற்கு முற்றிலும் ஒத்திருக்கின்றன என்று எடுத்துக்கொள்ளமுடியாது. ஊனீர்வழி முறைகளில் (serological methods) நடத்தப்பட்ட பரிசோதனைகளிலிருந்து சில ஆதாரங்கள் கிடைத்திருக்கின்றன. இந்த ஆதாரங்கள் உண்மையான நார் மாறுபாடடைதல் தோன்றுவதற்கு முன்னால், அதாவது வில்லை மூலமுதலில் வில்லைப் பள்ள நிலையிலும் (lens groove) வில்லைப்பை நிலையிலும் தனிச்சிறப்பு வாய்ந்த வில்லைப் புரதங்கள் ஏற்கனவே இருக்கின்றன என்பதைக் காட்டுகின்றன டென்கேட் (Tencate, 1950) இதற்கு மேலும் ஊவர்டிமேன் (Woverdeman, 1950) இதுபோன்ற புரதங்கள் இளநிலைக் கருக்களின் கண்பைகளிலிருந்தும் தலைப்புற அடுக்கிலிருந்தும் பிழிந்தெடுக்கப்பட்ட வடிநீரிலும் காணப்படுகின்றன என்பதைச் செய்து காட்டினார். இந்த இளநிலைக் கருக்களில் இன்னமும் வில்லையின் தோற்றம் தொடங்காத நிலையிலேயே இருக்கின்றன. இங்கே சம்பந்தமுள்ள எதிர்வினைவுகள் சாதாரண செல்களின் அமைப்பிற்குத் தனிப்பட்டு நடைபெறுவது உண்மை எனத் தோன்றுகிறது. எதிர் வில்லை ஊனீர் கருநிலைக் கோழிவில்லைக்குத் தீங்கு விளைவிக்கிறது என்று லாங்மன் (Langman) காட்டியுள்ளார் (Woverdeman, 1962).

விழி வெண்படலத்தின் தோற்றத்தில் மேலும் பல தொகுப்பு ஆராய்ச்சிகள் நடத்தப்பட்டிருக்கின்றன. கண் பையும், கண் வில்லையும் விழி வெண்படலம் தோன்றுவதை தூண்டியியக்கலாம். ஆகவே சாதாரண வளர்ச்சியில் இந்தத் திசு இந்த இரண்டு காரணிகளின் கூட்டு இயக்க விளைவுகளினால் தோன்றுகிறது என்பது வெளிப்படையாகத் தெரிகிறது (Levis, 1905; Fischel, 1915-19). லார்வாவின் தோல் புற அடுக்கு முழுவதும் இந்த இரண்டு தூண்டியியக்கங்களுக்குட்பட்டு விழிவெண்படலமாக மாறுபாடடையும் திறமையைக் கொண்டிருக்கிறது. கண்ணின் தோற்றம், விழிவெண்படலம் வளர்ச்சி பெறுவதற்குத் தேவைப்படுவதோடல்லாமல் அதனுடைய பராமரிப்பிற்கும்கூடத் தேவைப்படுகிறது.

கண் பையையும், விழி வில்லையையும் வெட்டியெடுத்தபின், பொதுவான சிறப்புடையதாக மாறிய விழிவெண்படலம் மீண்டும் பொதுவான நிலைக்குத் திரும்பிச் செல்லத் தொடங்குகிறது. முடிவில் சாதாரணத் தோலாக மாறி விடுகிறது. இங்கேயும் மீண்டும் தூண்டியியக்கம் இனத்தின் சிறப்புப் பண்பாக இருக்கவில்லை என்பது தெரியவருகிறது.

ஆகவே கண்ணின் இயல்பான வளர்ச்சி தூண்டியியக்கங்களின் பின்னிய விளைவுகளைப் பொருத்தே இருக்கும் என்பது

தெள்ளெனத் தெரிகிறது. இதன் காரணமாக ஒவ்வொரு பகுதியும் மற்றைய எல்லாவற்றின் வளர்ச்சியிலும் இயக்க விளைவுகளைத் தோற்றுவிக்கிறது. மேலும் மற்றைய எல்லாவற்றிலிருந்தும் வரும் இயக்க விளைவுகளுக்கு எதிர் விளைவுகளையும் தோற்றுவிக்கிறது. இந்த எல்லாப் பாகங்களும் தங்களுக்குத் தேவைப்படுகின்ற எதிர்விளைவுத் திறனை இதற்குமுன் தோன்றிய வேதியியல் வழி மாறுபாடடைதலின் காலத்திலேயே விரும்பிப் பெற்றுவிட்டது.

வேறு உறுப்புகளிலிருந்தும் இதற்கு ஒப்பான நிலைமை கிடைத்திருக்கின்றது. நீர் நில வாழ்விகளின் நுகர்ச்சி உறுப்பு (olfactory organ) தலையின் முன் பகுதியில் காணப்படும் ஒரு சோடிப் புற அடுக்குத் தடிப்பிலிருந்து தோன்றுகிறது. கண் பைகளுக்கு முன்னால் நரம்புக்குழாயின் பக்கச்சுவர்கள் புற அடுக்குடன் மிக நெருங்கிய தொடர்பு உடையனவாக இருக்கின்றன. பின் மூளையின் இந்தப் பகுதி ஒரு சோடி வெளிப்பிதுக்கங்களைத் தோற்றுவிக்கின்றன. இதைத்தான் பெருமூளை அரைக்கோளங்கள் (cerebral hemispheres) என்றழைக்கின்றார்கள்.

மூளைச் சுவரின் இந்தப் பாகங்களுடன் தொடர்பு ஏற்படுத்திக் கொண்டுள்ள புற அடுக்கு தடிப்புற்று நுகர்ச்சித் துடிப்புகளாக (olfactory placodes) உருவாகின்றன. பின் இந்த நுகர்ச்சித் தடிப்புகள் உள்பிதுக்கப்பட்டு நுகர்ச்சிப் பள்ளங்களைத் (olfactory pits)தோற்றுவிக்கின்றன. புற அடுக்கின் இந்த மாறுபாடடைதல் (differentiation) மூளைச் சுவரின் தூண்டியியக்கங்களினால் தான் தோற்றுவிக்கப்படுகிறது என்பதைப் பல பரிசோதனைகள் எடுத்துக் காட்டியுள்ளன (Raven, 1933; Haggis, 1956). மூளையின் நுனிமுனை (rostralend) இரண்டாக இருக்குமேயானால் முழுமையாகவோ அல்லது அதன் பகுதியாகவோ ஒரு நுகர்ச்சிப் பள்ளம் உருவாக்கப்பட்டு விடுகிறது. இந்த இரண்டு நுகர்ச்சிப் பள்ளங்களும் ஒவ்வொரு பெருமூளை அரைக் கோளத்துடன் தொடர்பு கொண்டிருக்கிறது. ஒரு பெருமூளை அரைக்கோளம் இல்லாதிருக்குமேயானால் அதைச் சார்ந்திருக்கிற நுகர்ச்சிப் பள்ளம் காணப்படுவதில்லை. சைக்ளோபிக் (cyclopic) கண்களைக் கொண்ட வளர்கருவில் அல்லது மையக்கண்களைக் கொண்ட வளர்கருவில் முன்மூளை (Fore-brain) மூலக்குடல் கூரையின் முன் பகுதியில் காணப்படும் சில குறைபாடுகளின் காரணமாக நன்றாக வளர்ச்சி பெறவில்லை. இவை போன்றவைகளில் ஒரேஒரு மையக் கண்மட்டும் இருப்பதோடல்லாமல் மூளையின் முன்முனைக்கு முன்னால் அமைக்கப்பட்ட ஒரேஒரு நுகர்ச்சிப் பள்ளமும் உள்ளது. இங்கேயும் மீண்டும் தூண்டியியக்கம் தனிப்பண்புகளைக் கொண்டதாகக் காணப்படவில்லை.

ஹோல்ட் பிரட்டர் (Holt Freter, 1935) அனுரன் பொருள்களை உரோடீல் செல் பொருள்களுடன் அயல்ஒட்டு (xenoplastic) முறையில் இணைக்கும்பொழுது நுகர்ச்சிப் பள்ளங்களைத் தூண்டியியக்குவது இன்னும் சாத்தியமானதாகவே இருக்கிறது என்பதைக் கண்டார்.

நுகர்ச்சி உறுப்புகளைப் பொருத்த அளவில் தொடு தூண்டியியக்கம் (contact induction) காரணமாக ஏற்படும் முடிவான நிர்ணயிக்கப்படுதல் நிலைக்கு முன்னுல் உண்மையென நம்பத்தக்கதானதொரு படிநிலை காணப்படுகிறது. இந்தப் படிநிலைக்காலத்தில், நிலையற்ற முன் நிர்ணயித்தல் (pre-determination) முன்னரே இருந்திருக்கிறது. இதுபோன்றதொரு எடுத்துக்காட்டை விழிவில்லையிலும் கண்டோம். குறிப்பாகச் சில அனுரன்களில் (தவளைகள்) இந்த இளநிலையில் நிர்ணயிக்கப்படுதல் முக்கியத்துவமுடையதாக இருக்கலாம்; ஆகையால், முன்மூளையின் தூண்டியியக்கத்தை முழுமையாக மாற்றிவிட முடியும் (Zurlling, 1940). இந்த முன் நிர்ணயித்தல் மூலக்குடலின் கூரைப் பகுதியின் இயக்கவிளைவுகளால் தோன்றுகிறது என்று ஊகித்தறியப்படுகிறது.

செவியுறுப்புகளும்கூட புற அடுக்கின் தடிப்புகளிலிருந்து தோன்றுகின்றன. இந்தப் புற அடுக்குத் தடிப்புகளுக்குச் செவித் தடிப்பு (ear-placode) என்று பெயர். இந்தச் செவித் தடிப்புகள் உள்பிதுக்கப்பட்டுப் புற அடுக்கிலிருந்து விடுவிக்கப்பட்டு செவிப் பைகளாக (ear-vesicles) உருப்பெறுகின்றன. இந்தச் செவிப் பை உட்செவியின் வெவ்வேறு பாகங்களை ஒத்த அடுக்கான மடிப்புகளைத் தோன்றுவிக்கும் செய்முறைகளினுல் தோற்றுவிக்கின்றன. ஊரோடீல்களில் (urodeles) இந்தச் செவிப் பையைத் தோற்றுவிப்பதில் சம்பந்தப்பட்டிருக்கும் பரப்பு, தானியங்கு திறன்கொண்டு, நரம்புக் குழாய் மூடப்படும்பொழுது செவிப் பையைத் தோற்றுவிக்கிறது. அனுரன்களில் (anurans) இந்தச் செயல் சிறிது காலத்திற்கு முன்பே நடைபெறலாம் யென்டீமா (Yntema, 1939). எப்படியிருந்தபோதிலும் ஆம்பிலிஸ்டோமா பங்டேட்டம் (amblystoma punctatum) இனத்தில் வளர்ச்சிப் பெற்ற இருபடைக்கோளக் கருநிலையில் பலம் குன்றிய நிர்ணயித்தல் (determination) நிகழ்கிறது என்பதைச் சுட்டிக் காட்டியுள்ளார்.

இந்த ஆராய்ச்சிக்குட்படுத்தப்படாத செய்திகளை (phenomena) ஹாரிசன் (Harrison, 1936) மேலும் ஆராய்ந்துள்ளார். பிற்காலத்தில், உண்மையாகவே செவிப் பையைத் தோற்றுவிக்கிற பொருள்களில் மட்டும் ஆரம்பத்தில் செவிப் பையைத் தோற்றுவிக்கும் ஆற்றல் உறுதியாகக் கட்டுப்படுத்தப்படவில்லை. இந்த ஆற்றல்

அதைச் சூழ்ந்திருக்கிற புற அடுக்கின் மேற்பரப்புகளிலும் விரிந்து கிடக்கின்றது; ஆனால், அதனுடைய நிகழ்திறனில் படிப்படியான சுருக்கம் காணப்படுகிறது. இந்த வட்டத்திலிருந்து வெட்டியெடுக்கப்பட்ட எந்தவொரு செல் தொகுப்பும் மாற்றிப் பொருத்தப்படும்பொழுது முழுமையான செவிப் பையைத் தோற்றுவிக்க முடியும். உதாரணமாக வயிற்றுப் பக்கத்தில் மாற்றிப் பொருத்தப்படுகிறது. அதுபோன்றதொரு செவிப் பையின் உருவளவு மாற்றி ஒட்டப்பட்ட (graft) திசுவின் அளவைப் பொருத்தே உள்ளது. ஆனால், அதனுடைய அமைப்பு முற்றிலும் சாதாரணமாகவே இருக்கலாம். ஒரு வருங்காலச் செவிப் பகுதியிலிருந்து (prospective ear-vegion) பல செவிப் பைகள் தோன்ற முடியும். இதற்கு மாறாக இதுபோன்ற இரண்டு பகுதிகள் அருகில் மாற்றி ஒட்டப்பட்டிருந்தால் இரண்டும் ஒன்றாக இணைந்துவிட முடியும். இந்த எடுத்துக்காட்டில் அவை இருபங்கு உருவளவுள்ள ஒரு செவிப் பையைத் தோற்றுவிக்கின்றன. இங்கேயும்கூட நாம் **அமைப்பாண்மைச்** செயலெல்லை (organisation field) செல் பொருள்களைப் பொருத்த அளவில் ஏதோ ஓரளவு சுதந்தரத்தைக் கொண்டிருப்பதை மெய்யெனக் காட்டுகிறது.

மேலும், ஹாரிசான் செவிவுறுப்புகளின் சமச்சீர் எப்படி நிர்ணயிக்கப்படுகிறது என்பதையும் ஆராய்ந்துள்ளார். ஒவ்வொரு உறுப்புகளும் அவைகளுக்குள்ளேயே சமச்சீரற்ற நிலையில் இருக்கின்றன. மூவளவைக் கோணங்களிலிருந்து பார்த்தால் ஒவ்வொன்றும் தனித்தனி அமைப்பைக் கொண்டிருக்கிறது. ஆனால், ஒரு செவியுறுப்புக்குச் சமச்சீருள்ளதாக இருக்கிறது. இது ஒரு முக்கியமான பிரச்சினையாகும். ஏனென்றால் இப்படி வலது பக்கத்திலுள்ள உறுப்பும், இடது பக்கத்திலுள்ள உறுப்பும் சமச்சீர் கொண்டு இரண்டு பக்கங்களில் தோன்றுமாறு நிர்ணயிக்கப்படுகிறது என்பது மிக முக்கியமான பிரச்சினையாகும். இதை நாம் கை கால்களின் வளர்ச்சியில் மிக விரிவாகப் பார்ப்போம். ஆனால், இங்கே ஒரு சில குறிப்புகளை மட்டும் கூறினால் போதுமானதாகும். ஆரம்பத்தில் செவி மூலமுதல் (ear-primordium) முனைத்துவம் பெறுமலேயே இருக்கிறது. ஆகையால் அது மாற்றிப் பொருத்தப்படும்பொழுது அது எந்தச் சூழ்நிலையில் பொருத்தப்பட்டிருக்கிறதோ அந்தச் சூழ்நிலைக்கேற்றவாறு வலது செவியாகவோ அல்லது இடது செவியாகவோ வளர்ச்சியுறும். ஆனால், வெகுவிரைவில் **முன்முனை வால் அச்சு** (rostrocaudal axis) அதன்பின் முதுகுப்புற வயிற்றுப்புற அச்சு (dorso-ventral axis) போன்ற அச்சுகள் தோற்றுவிக்கப்படுகின்றன. இந்த நிகழ்ச்சி நிகழ்ந்த காலத்திலிருந்தே இந்த அச்சுகளை **ஒருபொழுதும்**

மாற்றி அமைக்க முடியாது. ஆனால், மூலமுதல்தலை கீழாக மாற்றிய பொழுது முதலில் தோன்றிய முனைத்துவத்திற்கு ஏற்றாற்போல் வளர்ந்து கொண்டே செல்கிறது. இதன்பின் இடப்பக்க மூல முதல் எப்பொழுதும் இடப்பக்க செவியுறுப்புகளாகவும், வலப்பக்க மூலமுதல் எப்பொழுதும் வலப்பக்கச் செவியுறுப் புக்களாகவும்தான் வளர்ச்சியுறும். இடது பக்கத்து மூலமுதலை வலதுபக்கத்தில் மாற்றி ஒட்டினாலும்கூட அது எப்பொழுதும் இடது பக்க செவியுறுப்புகளாகவே வளர்ச்சியுறும்.

இதைவிட இன்னும் சிறிது காலத்திற்குப்பின் செவிச் செய லெல்லையின் உள்ளார்ந்த பகுதிகளின் நிர்ணயிக்கப்படுதல் நிகழ் கிறது. இந் நிகழ்ச்சி நிகழ்வுற்றபின் செவிச் செயலெல்லையின் பகுதியை மாற்றி ஒட்டினால் ஒரு பொழுதும் அல்லது ஒரு காலத் திலும் முழுமையான செவியுறுப்பைத் தோற்றுவிப்பதில்லை. ஆனால், ஏதோ ஒரு சில உறுப்புகளின் சில பகுதிகளை மட்டும் தோற்றுவிக்கும். செல் தொகுப்புகளை இப்பொழுது இட மாற்றம் செய்தால் இயற்கைக்கு மாறான அமைப்பைக்கொண்ட செவிப் பைகள் தோற்றுவிக்கப்படுகின்றன (Kaan, 1926) இது செவிச் செயலெல்லையின் (ear-field) ஒருங்கிணைந்த செயலைக் கொண்டதாகத் திகழவில்லை. ஆனால் அது பலவகையான ஒழுங்கு படுத்தும் (mosaic) பாகங்களாகப் பிரிக்கப்பட்டு வெவ்வேறு ஆற்றல்களைக் கொண்டிருக்கிறது என்பதைக் காட்டுகிறது. இதற்கு மேலும் செவியை உருவாக்கும் ஆற்றல் செவிப் பையைத் தோற்றுவிப்பதில் உண்மையாகப் பங்கு கொள்ளும் செல்களில் மட்டும் நிறைந்திருக்கும்படிக் கட்டுப்படுத்தப் பட்டிருக்கிறது. செவிச் செயலெல்லையின் மேற்பரப்புப் பாகங்கள் இந்த ஆற்றலை இழந்து விட்டன.

வெகுகாலமமாக, சாதாரண வளர்ச்சியில் எது செவிப்பை தோன்றுவதைத் தூண்டுகிறது என்பது சந்தேகத்திற்குரியதாகவே இருந்து வந்துள்ளது. ஒரு பக்கத்தில் டால்க் (Dalcq) டிஸ்கோகிளா சஸ் (discoglossus) என்ற விலங்கில் மூலக்குடல் கூரையின் பக்க வாட்டுப் பகுதிகளில் காதுப்பையைத் தூண்டியியக்கும் மையம் இருப்பதைக் காட்டினார். ஆனால், மறுபக்கத்தில் டிராம்புஸ்க் (Trampusch, 1941) நரம்புத் தகடுநிலை நடந்துகொண்டிருக்கும் பொழுது நரம்பு மடிப்புகளில் இருக்கிற ஒரு தொகுதிச் செல்கள் செவிவுறுப்புகளைத் தூண்டி பியக்குவதில் மிக முக்கியமானதொரு பங்கை வகிக்கின்றன என்பதை உண்மையெனக் கொள்ளுமாறுச் செய்தார். இதன் பின் இந்தத் தொகுப்பு அல்லது நரம்பு முகடு (neural crest) நீயூரல்கிரஸ்ட் வயிற்றுப் புறத்தை நோக்கிப் புறப்

படைக்குக்கீழ் தலையின் இரு பக்கங்களிலும் புலம் பெயர்ந்து செல்கிறது இந்தப் பிரச்சினையை ஆம்பிலிஸ்டோமா பங்டேட்டம் (amblyostoma punctatum) என்ற விலங்கைப் பொருத்த அளவில் என்டீமா Yentema, 1950) என்பவரால் நடத்தப்பட்ட விரிவான ஆராய்ச்சிகள் தெளிவாக விளக்குகின்றன. அவருடைய முடிவுகளுக்கு ஏற்றாற்போல் செவியுறுப்பின் நிர்மாணம் இரண்டு படிநிலைகளில் நிகழ்கிறது. நன்றாக வளர்ச்சி பெற்ற இருபடைக் கோளநிலையிலாவது அல்லது இளநிலை நியூருலா நிலையிலாவது வலிமையற்ற முதல் நிர்ணயித்தல் மூலக்குடல் கூரையினால் ஏற்படுத்தப்படுகிறது.

நன்றாக வளர்ச்சி பெற்ற நரம்புடைய கருக்கோள நிலையிலிருந்து இரண்டாவது தூண்டியியக்கம் நிகழ்கிறது இம் முறை மூளையினாலோ அல்லது முகட்டினாலோ தூண்டியியக்கப்படுகிறது. இதுதான் செவிப்பையை நிர்ணயிப்பதற்கு முடிவான பண்பைக் கொடுக்கிறது. இங்கே காணப்படும் இந்த இரண்டு தூண்டியியக்கங்களுக்கும் பண்புசார்ந்த வேறுபாடுகள் இருக்கின்றன. அதேபோல் புற அடுக்கிலும் இரண்டு பண்புசார்ந்த வேறுபாடுள்ள ஆற்றல் இரண்டு படிநிலைகளில் முன்னதையொத்தே காணப்படுகிறது. வேறுவார்த்தைகளில் சொல்ல வேண்டுமானால் ஒவ்வொரு தூண்டியக்கமும் அதனுடைய உச்சகட்டத்தை அடையும் அதே காலத்தில் புற அடுக்கின் எதிர்விளைவுத் திறனும், அதை ஒத்த உச்சநிலையை அடைகிறது என்று கூறலாம்.

முடிவில் அயல் ஒட்டு முறையில் (xenoplastic) அதாவது அனுரன் தவளைகளுக்கும், ஊரோடீஸ்களுக்கும் இடையில் அயல் ஒட்டு முறையில் தூண்டியியக்கத்தை ஏற்படுத்திச் செவியுறுப்பைத் தோற்றுவிப்பது சாத்தியமான ஒன்றாகவே இருக்கிறது (Holt Freter, 1935). அதுபோன்ற அயல் திறுக்கு மறுக்கான பாகம் (xeroplastic labyrinth) வெகுகாலம் வரை இயல்பான வழியில் வளர்ச்சியுறுகிறது. வளர்ச்சியின் வேகம், அதனுடைய சம அமைவு போன்றவைகள் செவியைத் தோற்றுவிக்கும் புற அடுக்கு எந்த இனத்தைச் (specis) சேர்ந்ததாக இருக்கிறதோ அந்த இனத்தின் முழுமையான செயலொத்த பாகங்களைக் கொண்டே இருக்கின்றன. அயல் லார்வாவில் அது இயல்பான முறையில் செயல்படவும் முடியும். எது எப்படியிருந்தாலும் லார்வாவின் வாழ்க்கையில் ஏதோ ஒரு நிலையில் எதிர்த்துப்போரிடும் தன்மையற்ற (incompatibility) செயல் விளைவு திடீரென்று தோன்றுகிறது. ஆகவே அயல் திறுக்கு மறுக்கான பாகம் விரைவிலேயே நிலைகுலைந்து விடுகிறது (Andres, 1949)

இருபடைக் கருக்கோளாக்கம் நடைபெற்றுக் கொண்டிருக்கும் காலத்தில் மூலக்குடலின் (archenteron) முன்முனைதான் முதலாவதாக உள்பிதுங்கிச் சென்று முன்முனைப் புற அடுக்குடன் நெருங்கிய தொடர்புடையதாக ஆகிறது. ஒரு வாய்த் தகடு (mouth plate) தோன்றுகிறது. இந்த வாய்த் தகடு புற அடுக்கு, அக அடுக்கு ஆகிய இரண்டு அடுக்குகளையும் கொண்டிருக்கிறது. பிற்காலத்தில் இது வெளியே திறக்கிறது. அதிலிருந்து வாய் (mouth) உருவாகிறது. இந்தச் செய்முறை மூலக்குடல் சுவரின் அகத்தோலினால் (endoderm) தூண்டியியக்கப்பட்டதாகும். நரம்புத் தகடு (neural plate): இருக்கும் நிலையில் இந்த அகத்தோல் வெட்டியெடுக்கப்பட்டு பக்கப் புறத்தோலுக்கடியில் (flank ectoderm) ஏதோ ஒரு இடத்தில் மாற்றி ஒட்டப்பட்டால் இந்த இடத்தில் ஒரு வாய்க் குழி (mouth cavity) தோன்றலாம் (Stroer, 1933). பாலின்ஸ்கை (Balinsky, 1948) இங்கேயுங்கூட பலவீனமான முன் நிர்ணயிக்கப்படல் (pre-determination) இருபடைக் கருக்கோளாக்கம் நடைபெறும்பொழுது நிகழ்ந்திருக்கிறது என்று கூறினர். அயல் ஒட்டு முறையின் (xenoplastic transplantation) மூலம் கிடைத்த முடிவுகள் மிகவும் வியக்கத்தக்கனவாக இருக்கின்றன. ஊரோடீல்களின் (vrodeles) லார்வாக்கள் (larva) டென்டைன் (dentine) அல்லது பற்காழ் உடைய உண்மையான பற்களை வைத்திருக்கின்றன. அனுரன்களில் (anuran) அதாவது வாலில்லாத நீர் நில வாழ்விகளில் எப்படி இருந்தபோதிலும் லார்வாக்கள் முட்களையொத்த பற்களை வைத்திருக்கின்றன. இந்தப் பற்கள் எங்கும் பொதுப்பரவலாக இல்லாத குறிப்பிட்ட இடங்களில் நடைபெறும் வாய் எபித்தீலியத்தின் (mouth epithelium) உயிர்மப் பெருக்க வளர்ச்சியாலும் (proliferation) அவைகள் நொருங்கும் தன்மையுடைய கடினப் பொருளாக மாற்றப்படுவதாலும் (cornification) தோன்றுகின்றன. ஆகவே வாயின் விளிம்புகள் (edges) கடினத்தன்மையுடைய தாடைகளால் (horny jaws) மூடப்பட்டிருக்கின்றன. ஸ்பீமன் சோட்டீ (Spemann and Schotte, 1932) ஆகிய இருவரும் அனுரனுடைய வயிற்றுப் புறத்தோலை (belly ectoderm) டிரைட்டான் (triton) தலையின் வயிற்றுப் புறத்தில் மாற்றி ஒட்டினர்கள் (crafted). இந்தப் புறத்தோல் டிரைட்டென் வாய் அகத்தோலின் (endoderm) தூண்டியியக்கச் செயலுக்கு எதிர்ச்செயல் விளைவுகளைத் தோற்றுவித்தது. எது எப்படி இருந்தபோதிலும் இவ்விடத்தில் வாய்ப்பள்ளம் அனுரன் (anuran) வாயின் பண்புகளையே கொண்டிருந்தது. ஆகவே வாய் கடினமான தாடையையும் பற்களையும் கொண்டிருக்கிறது. இதற்கு மேலும் வாயின் உடனிகழ்வுப்பின்னல் ஒரு சோடி ஒட்டுறுப்புகள் (adhesive organs) சுரப்பி எபித்தீலியத்தைக்

கொண்டு ஒட்டப்பட்ட அனுரன் புறத்தோலிலிருந்து தோன்று கிறது. இந்த உறுப்புகள் அனுரன் லார்வாக்களில் அவைகள் காணவேண்டிய இடத்திலேயே இயையுடன்பாட்டுடன் எப் பொழுதும் காணப்படுகின்றன. ஆனுல் ஊரோடீல்கள் அவை களைக் கொண்டிருக்கவில்லை. ஆகையால் டிரைட்டான் ஓம்பு யிரின் திசுக்கள் (host tissue) ஒட்டப்பட்ட திசுக்களில் உறுப்புகள் தோன்றுமாறு தூண்டிற்று. அதாவது இந்தத் தூண்டியியக்கச் செல்களை ஓம்புயிர் கொண்டிருக்கவில்லை. ஹோல்ட் பிரட்டர் (Holt Freter, 1935) முன்னே கூறிய பரிசோதனையைத் தலைகீழாகச் செய்து அவர் எதிர்பார்த்த முடிவையும் பெற்றுர். அதாவது டிரைட்டான் (triton) வயிற்றுப் புறத்தோல் அனுரன் கருவின் தலையினுள் மாற்றி ஒட்டப்பட்டது. இந்த ஒட்டு பற்காழ் கொண்ட பற்களையுடைய வாயைத் தோற்றுவித்தது. இந்த எடுத்துக்காட்டுகளில் கதம்ப உருக்கொண்ட பல் மூலகங்கள் (chimaeric tooth germs) தோன்றக்கூடும். இவைகளில் பல்லை உரு வாக்கும் செல்கள் (odontoblasts) அனுரன் ஓம்புயிரிலிருந்து பெறப்படுகின்றன. இருந்தபோதிலும் அனுரன்கள் சாதாரண வளர்ச்சியில் லார்வாப் பருவத்தில் ஒருவிதமான உண்மையான பற்களையும் வைத்திருக்கவில்லை (Wagner, 1955; Henzen, 1957.)

இந்தப் பரிசோதனைகள் தூண்டியியக்கத்தின் மிகத் தெளி வான நிலைமையையும், இயல்பையும், விளக்குவதற்குத் தகுந்த எடுத்துக்காட்டுகளாக இருக்கின்றன. ஒட்டப்பட்ட திசுக்களி லுள்ள செல்கள் தூண்டியியக்கக் கூறுவினுல் இடப்பட்ட ஆணைக்கு எதிர்விளைவுபடுகிறது. ஆனுல் அவை அவைகளின் சொந்த வழியிலேயே செயல்படுகின்றன. அதனுடைய இனத்திறன் பயனு கவும் மேலும் தனித்தன்மை வாய்ந்த உறுப்புகளின் எதிர்விழைவு ஆற்றலாலும் இந்த இரண்டும் அவைகளின் மரபுவழி அமைப் பினுலும் அவைகளில் அதற்குமுன் தோன்றிய வேதியியல் வழி மாறுபாடடைதலாலும் அவைகள் அவைகளுடைய சொந்த வழி களில் செயல்படுகின்றன. தூண்டியியக்கம் ஒன்றையும் செய்ய வில்லை; ஆனுல், செல்களில் அமைந்திருக்கிற ஒரு உறுதியான அல்லது இறுதியான வளர்ச்சி ஆற்றலைச் செயலோங்கச் செய் கிறது. மேலும் செயலூக்கம் செல்களின் இயல்பைப் பொருத்தே இருக்கிறது. பாலின்ஸ்கியின் (Balinsky, 1955) அண்மைக்காலப் பரிசோதனைகள் இந்த முடிவுகள் திசுக்களின் தோற்றச்செயல்முறை களைப் (histogenetic proces)) பொருத்த அளவில் குறிப்பாகப் பொருந்தும் என்று கூறினுர். இந்தச் செல்களின் தோற்றச் செய் முறைகளின் மூலம் தனிச்சிறப்பு வாய்ந்த செல்களாக வேறுபாடு அடையமுடியும். இந்தத் தனிச்சிறப்பு வாய்ந்த செல்கள் அவை

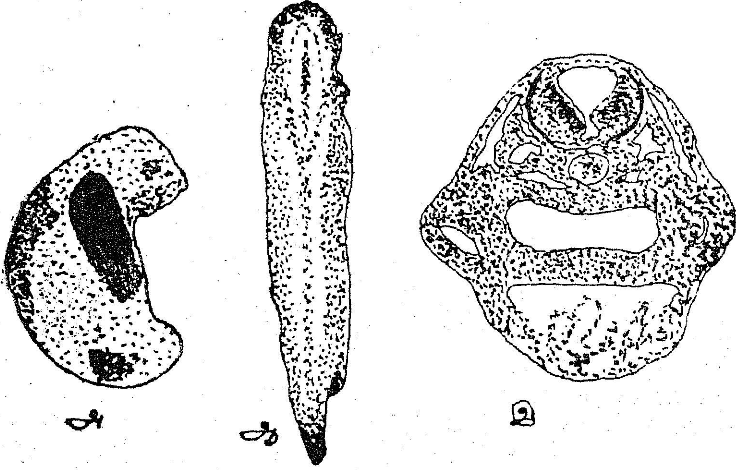
களுக்குள் ஒருவகை உடன்பாட்டையும் கொண்டிருக்கலாம். (உதாரணமாகக் கடினத் தாடைகள் இருக்கலாம் அல்லது இல்லாமலும் இருக்கலாம்; கடினமான பற்கள் இருக்கலாம் அல்லது இல்லாமலும் இருக்கலாம்; மேலும் ஒட்டுறுப்பின் அமைப்பு போன்றவைகள் எடுத்துக்காட்டுகளாகும்.)

மற்ெருருபுறம் உறுப்புகளைத் தோற்றுவிக்கும் செய்முறைகள் (organogenic processes) ஒரு குறிப்பிட்ட வழியில் வேறுபாடடைகின்றன. இவைகள் செல் கூட்டங்களையும் அவைகள் அமைந்திருக்கும் பரப்புகளையும் தொடர்புபடுத்திக் கொள்கின்றன. உதாரணமாக வாயின் உருவளவும் அல்லது ஒட்டுறுப்பின் உருவளவும் ஓரளவோ அல்லது முழுமையாகவோ ஓம்புயிரைச் சார்ந்தே இருக்கலாம். தொடர்புடைய இனங்களுக்கிடையில் (species) வெளிப்படையாகக் காணப்படும் உறுப்புகளைத் தோற்றுவிக்கும் செய்முறை வேறுபாடுகளுக்குத் தூண்டியியக்க மண்டலங்களின் மாற்றங்களே காரணமாக இருக்கக்கூடும் என்று கருதப்படுகிறது.

வாயிலிருந்து மேலும் சிறிதளவு வால் பக்கத்தை நோக்கி ஒரு வரிசையான பக்கவாட்டு வெளிப்பிதுக்கங்கள் தோன்றுகிறது. இவை முன் குடலின் பக்கவாட்டு வெளிப் பிதுக்கங்களாகத் தோன்றுகின்றன. இவைகள் முன் குடலின் (gut) இரண்டு பக்கச் சுவர்களிலும் காணப்படுகின்றன. இவைகளுக்குச் சுவாசப்பைகள் (branchial pouches , என்று பெயர். இந்த அகத்தோல் பைகள் (endodermal pouches) புற அடுக்குடன் தொடர்பு ஏற்படுத்திக் கொள்கின்றன. தொடர்பு ஏற்படுத்திக் கொண்ட இடங்களில் புற அடுக்கினுல் சுவாசப் பள்ளங்கள்(branchial groovers) தோற்றுவிக்கப் படுகின்றன. அதிலிருந்து செவுள் துளைகள் (gill slits) தோன்றுகின்றன. செவுள் துளைகளைப் பிரிக்கும் சுவாச வளைவுகளின்(branchial arches) உட்பக்கம் அக அடுக்கினுல் போர்த்தப்பட்டிருக்கின்றது. ஆரம்பத்தில் அவைகள் வெளிப்புறத்தில் புற அடுக்கினுல் மூடப்பட்டிருக்கிறன. இருந்த போதிலும் பிற்காலத்தில் அக அடுக்கு எபித்தீலியம் புற அடுக்கின்கீழ் வெளிப்பக்கத்தை நோக்கி வளர்கிறது. ஒவ்வொரு சுவாச வளைவினுள்ளும் நடு அடுக்குப்பட்டை (mesodermal band) ஒன்று இருக்கிறது. இந்த நடு அடுக்குப் பட்டை தசைகளைத் தோற்றுவிக்கிறது. நரம்புத் தகட்டிலிருந்து தோன்றுகின்ற (neural crest) சில மீசன்கைம் (mesenchyme) சுவாச வளைவின் குருத்துச் சட்டகத்தை உருவாக்குகின்றது. மிகப் பின்னுலுள்ள மூன்று சோடி சுவாச வளைவுகளின் புறப் பரப்புகளிலிருந்து

கிளைத்த வெளிச் செவுள்கள் (branched gills) வெளிவளர்ச்சியுறுகின்றன. அவைகள் மீசன்கைம் நிறைந்த எபித்தீலியத்தைக் கொண்டிருக்கின்றன.

இந்தச் செவுள்களின் தோற்றம் இதற்கு முன் கூறப்பட்ட மூலக் குடல் சுவரின் அக அடுக்கினால் தூண்டியியக்கப்பட்டு தோன்றியதென அறியப்படுகிறது. செவுள் தோன்றும் இடத்தி



படம் 51.

இருபடைக் கருக்கோள மாற்று ஒட்டுகள்

இருபடைக் கருக்கோளப் படிநிலையில் டிரைட்டான் கிரிஸ்டேட்டஸ் வளர் கருவினுள்

அ. டிரைட்டான் டேனியேட்டஸ் எதிர்காலப் புற அடுக்குத் துண்டு மாற்றி ஒட்டப்பட்டிருக்கிறது. மாற்றொட்டு வலப்பக்க எதிர்காலச் செவுள் பரப்பில் இருக்கிறது.

ஆ. 'அ' வளர்கரு அதன் பின் படிநிலையில் முதுகுப் பக்கப் பார்வையில் பார்க்கப்படுகிறது. இடப் பக்க ஓம்புயிர் செவுள்களைவிட வலப் பக்க டேனியேட்டஸ் புற அடுக்கு அதிகமாக வளர்ந்திருக்கிறது.

இ. செவுள் பரப்பின் வழியாகக் குறுக்காக வெட்டப்பட்டிருக்கிறது.
('ஆ' படத்தில் மாற்றொட்டுவினால் உருவாக்கப்பட்ட செவுள் மூல முதல் இடப் பக்கத்தில் இருக்கிறது)

லுள்ள அக அடுக்கு வெட்டியெடுக்கப்பட்டு விலாப்பக்கப் (flank) புற அடுக்கின்கீழ் மாற்றி ஒட்டப்பட்டால் அங்கே செவுள்கள் தோன்றுகின்றன (Severinghaus, 1930). இங்கேயும்கூட செவுளைத் தோற்றுவிக்கும் ஆற்றல் (gill forming potency) ஆரம்பத்தில் மிகப் பெரிய பரப்பு முழுவதும் வியாபித்திருக்கிறது. அதனுடைய உக்கிரம் (intensity) நடுமையத்தில் உச்சநிலையையும் வெளிப்பரப்பை நோக்கிக் குறைந்து கொண்டே செல்வதுபோலவும் தோன்று

கிறது. மாற்றி ஒட்டப்படும் திசு (graft) சிறியதாக இல்லாமல் இருக்கும் வரையில் இயல்பான செவுள் சோடிகள் அல்லது செவுள் வரிசைகள் இந்தச் செயலெல்லேயின் (gill field)ஏதாகிலும் ஒரு பகுதியை மாற்றி ஒட்டிஞல் (transplanted) அதிலிருந்து வளர்ச்சி யுறுகிறது. இரண்டு செவுள் செயலெல்லேகள் அருகருகில் ஒட்டப் பட்டால் இரண்டும் ஒன்ருகவே இணைந்து விடுகின்றன. இவ்வாறு இணைந்ததிலிருந்து ஒரு சாதாரணச் செவுள் வரிசைகள் தோற்று விக்கப்படுகின்றன. இவ்வாறு தோன்ற வேண்டுமாஞல் இரண்டு செவுள் செயலெல்லேகளும் ஒரே திசையை நோக்கி ஒரே விதமாக அமைந்திருக்க வேண்டும் (Harrison, 1921). செவுள் அக அடுக்கு, செவுள்கள் தோன்றுவதற்கு மட்டும் காரணமாக இருப்பதோடல் லாமல் அவைகளின் முனேத்துவத்தையும் (polarity) நிர்ணயிக் கிறது. இந்தக் கருத்து அக அடுக்கைத் தலேகீழாக மாற்றுவதன் மூலம் உறுதிப்படுத்தப்பட்டிருக்கிறது. அக அடுக்கு தலேகீழாக மாற்றப் பட்டிருந்தால் முடிவில் தோன்றுகின்ற செவுள்களும் தலே கீழாக மாற்றப்பட்டிருக்கின்றன. இதற்கு மேலும் அக அடுக்கு வெளிவளர்கின்ற செவுள்களின் தனிச்சிறப்பு வாய்ந்த உருவம், உருவளவு அவைகளின் வண்ண நிறங்கள் முதலியவற்றை நிர்ண யிக்கிறது. இது ஒவ்வா மாற்றிப் பொருத்தல் (hetroplastic transplantations) மூலம் உறுதிசெய்யப்பட்டிருக்கிறது. இந்த ஒவ்வா மாற்றிப் பொருத்தல் அம்பிலிஸ்டோமா (amblystoma) இனம், பேரினங்களுக்கிடையில் (species, genus) நடத்தப்பட்டது (Harrison, 1927). எவ்வாறிருப்பினும் புற அடுக்குச் செவுள் வளர்ச்சி யில் முழுவதுமாக இயக்க விளேவுகளே ஏற்படுத்தாமலில்லே. ரோட் மேன் (Rotmann, 1931-35) டிரைட்டான் டேனியேட்டஸ்ஸின் (triton taeniatus) செவுள் தோன்றும் இடத்துப் புற அடுக்கையும் கிரிஸ் டேட்டஸின் (cristatus) செவுள் தோன்றும் இடத்துப் புற அடுக்கை யும் ஒன்றுக்கொன்று மாற்றிப் பொருத்திஞர். அதேபோல் ஆக்ஸ் சோலாட்டலுக்கும் (axolotl) டிரைட்டானுக்கும் (triton) மாற்றிப் பொருத்திஞர். அவர் செவுள் புற அடுக்கு இளநிலேகளில் குறிப் பாகச் செவுள்களின் வளர்ச்சி வேகத்தை நிர்ணயிக்கிறது (படம் 51) என்று கூறிஞர். மேலும் அது செவுள்களின் உருவளவிலும் ஆக்கத் திரிபுகளேத் தோற்றுவிப்பதாகக் காட்டப்பட்டிருக்கிறது.

நீர் நில வாழ்விகளின் கைகால்களேப் (pimbs) பொருத்த வகையில் பெரிதளவில் பல பரிசோதனேகள் நடத்தப்பட்டிருக் கின்றன. அவைகளில் முதலில் வெளித்தெரிகின்ற ஆரம்ப முதல் மூலம் (primordium) விலாப்பக்கப் புற அடுக்கின் கீழ் எங்கும் பரவ லாக இல்லாமல் சில குறிப்பிட்ட இடங்களில் காணப்படும் பக்க நடு அடுக்கிலிருந்து (lateral mesoderm) தோன்றிய மீசன்கைமின்

(mesenchyme) குவிவால் (accumulation) உருவாகிறது. முதல் முதலில் ஒரு அரைக்கோளக் கைகால் மொட்டு (limb-bud) உருவாகிறது. இது சிறிதுகாலம் கழித்துக் கூம்பு வடிவைக் கொள்கிறது. இந்த மொட்டு உடனடியாக அதனுடைய முனையிலிருந்து விரியத் தொடங்குகிறது. அதிலிருந்து கை, அல்லது பாதத்தட்டு (hand or foot plate) தோன்றுகிறது விரல்கள் இந்தத் தட்டுக்களின் விளிம்புகள் பிளவுபடுவதன் மூலம் உருவாகின்றன. பின் ஏதோ ஒரு வரிசை முறையில் நீட்டப்படுகிறது. இன்னும் சிறிது காலம் கழித்து மூட்டுகள் தோன்றுகின்றன. மேலும் கைகால்கள் சுழற்றப்படுவதால் உடம்பிற்குத் தகுந்தாற்போல் சாதாரண நிலையை அடைகிறது. இதற்கிடையில் கைகால்களின் சட்டகமும் சதைகளும் மீசன்கைமிலிருந்து மாறுபாடடைகின்றன. மேலும் விலாப்பக்கத்தில் எலும்பு வளையச் சட்டகமும் அதனுடைய சதைகளும் வளர்கிறது. ஊரோடீல்களில் (urodele) முன்கைகள் இள நிலையிலேயே தோன்றி விடுகின்றன. அதேநேரத்தில் பின்கால்கள் மிகப் பிந்திய நிலையிலேயே வளர்கின்றன. இதற்கு மாறாக அனுரன்களில் இரண்டு சோடிகளும் ஒரே காலத்தில் தோன்றுகின்றன. பெரும்பாலான பரிசோதனைகள் ஊரோடீல்களின் முன்கைகளிலேயே நடத்தப்பட்டிருக்கின்றன.

இந்தத் தொகுப்பில் கால்களை உருவாக்கும் ஆற்றல் (limb forming potency) இருபடைக் கருக்கோளக் காலத்திலேயே இருப்பதை எடுத்துக் காட்டமுடியும். சம்பந்தப்பட்ட பொருள்களை (அதாவது புற அடுக்கும் மீசைன்கைமும்) இயல்புக்கு முரண்பட்ட இடங்களில் மாற்றி ஒட்டப்பட்டால் அவைகள் கண்டிப்பாகக் கைகால்களாகவே வளர்ச்சியுறும் (Detwiler, 1929-33). இங்கேயும்கூட ஆரம்பகாலத்தில் ஆற்றல் மிகப் பெரியதொரு பரப்பு முழுவதும் பரவியிருக்கிறது.

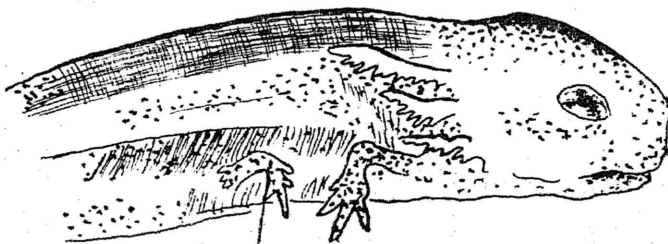
அதனுடைய உக்கிரம் (intensity) நடுமையத்தில் உச்சத்திலும் அதிலிருந்து எல்லாத் திசைகளிலும் குறைந்து கொண்டே செல்கிறது (Harrison, 1915-18). இந்த ஆற்றல் தனிச் சிறப்புள்ளதாக எங்கும் காணப்படாமல் நடு அடுக்கில் மட்டும் அமைந்துள்ளது என்பது சாத்தியமானதாகவே இருக்கிறது. எப்படி இருந்தபோதிலும், சற்றுப் பிந்திய நிலைகளில் கைகால் மொட்டு (limb-bud) வெளிப்படையாகத் தெரியும்பொழுது மொட்டை மூடிக்கொண்டிருக்கும் புற அடுக்குக்கூட இந்த ஆற்றலைப் பெற்றுக்கொள்கிறது. இந்த நிலையில் இந்தப் புற அடுக்கு மட்டும் வேறொரு இடத்தில் மாற்றி ஒட்டப்படுமேயானால் அந்த விலா இடங்களிலுள்ள மீசன்கைமின் ஒத்துழைப்பால் இந்தப் புற

அடுக்குக் கண்டிப்பாக கைகால்களைத் தோற்றுவிக்கும் (Pilatow, 1930). ரோட்மேன் (Rotmann, 1931-33). கையின் நடு அடுக்கையும், கையின் புற அடுக்கையும் தனித்தனியாக ஒவ்வா மாற்றி ஒட்டு முறையில் ஒட்டினர். இந்த ஒவ்வா மாற்று ஒட்டுகள் டிரைட்டான் டேனியேட்டஸ் (triton taeniatus), டிரைட்டான் கிரிஸ்டேட்டஸ் (triton ristatus) ஆகிய இரண்டிற்கும் இடையில் நிகழும்படிச் செய்தார். அவருடைய பரிசோதனையின் முடிவில் நடு அடுக்கு கைகளின் பிரத்தியேகமான அமைப்பையும், உருவளவையும் முக்கியமான முதல் நிலை ஆக்கத் திரிபுகளையும் தோற்றுவிக்கின்றன என்று கூறினர். லார்வாவின் மிகப் பிந்திய காலத்திலேயே கையின் அமைப்பிலும் விரல்களின் உருவளவிலும் புற அடுக்கின் மேலெழுந்த ஆக்கத்திரிபுகள் வெளிப்படையாகத் தெரிகின்றன.

முதன்முதலில் கைகால் மூலம் (limb rudiment) அமைப்பாண்மைச் செயலெல்லையின் எல்லாப் பண்புகளையும் வைத்திருக்கிறது. இந்த முதல் மூலத்தை வெட்டியெடுத்து மாற்றிப் பொருத்தப்பட்ட பாகங்களிலிருந்து முரண்பாடில்லாத முறைகளில் அமைக்கப்பட்ட கைகால் தோன்றமுடியும். ஆகையால், ஒரு மூலமுதல் (primordium) கிட்டத்தட்ட நான்கு கைகால்களை உருப்பெறச் செய்யமுடியும். இதற்கு மாருக இரண்டும் ஒன்ருக இணைந்த மூலமுதல் முரண்பாடில்லாத ஒரே ஒரு காலைத்தான் தோற்றுவிக்கமுடியும். ஆகையால், மூலத்தின் எல்லாச் செல்,களும் இன்னும் கைகால்களின் எந்தவொரு பாகத்தையும் தோற்றுவிக்கும் சக்தியைக் கொண்டிருக்கின்றன. இந்தச் செயலெல்லை (field) இன்னும் ஏதோ ஒரு சில செல்களில் மட்டும் இருக்குமாறு கட்டுப்படுத்தப்படவில்லை. ஆனல், இது இடம் பெயர்க்கப்படலாம் அல்லது அது பல சமச் செயலெல்லைகளாகப் பிரிக்கப்படலாம் அல்லது அது ஒன்றுக்குள் ஒன்றிணைந்து ஒரே செயலெல்லையாகவும் முடியும். இந்தச் செயலெல்லைப் பொருள்களுக்கேற்றவாறு இடம் பிறிதாக்கப்படலாம் (transposed).

ஹாரிசன் (Harrison, 1915-25) கைகால்களின் சமச்சீர் தொடர்புகளைப்பற்றிய பல பரிசோதனைகள் நடத்தினர். வலது, இடது கைகள் ஒன்றுக்கொன்று சமச்சீர் உடையதாக இருக்கின்றன. மூலமுதல் எப்படி வலது கையாகவோ அல்லது இடது கையாகவோ வளர்ச்சியுறும்படி நிர்ணயிக்கப்படுகிறது என்ற பிரச்சினையை நாம் இங்கேயும் எதிர்நோக்க வேண்டியிருக்கிறது. இந்தப் பிரச்சினைக்கு முடிவுகாணும் முகமாக ஹாரிசன் பல படி நிலையிலிருந்து ஆம்பிலிஸ்டோமா பங்டேட்டம் (amblystoma punctatum) கை மூலங்களை அவைகளின் மூன்று அச்சுகளில் ஏதாவது

ஒரு அச்சிற்கு 180° சுழற்றி மாற்றிப் பொருத்திஞர் (transplanted). [மூன்று அச்சுகளாவன: முன்-முனை–வால்-அச்சு, முதுகுப்புற-வயிற்றுப்புற அச்சு, மைய–பக்க அச்சு (rostro-caudal, dorso-ventral and median lateral) என்பனவையாகும்]. அல்லது உடனிகழ்வாக இரண்டு அல்லது மூன்று அச்சுகளுக்கேற்றாற் போல் சுழற்றி அமைத்தார். இந்தப் பரிசோதனைகளைக் குழலாக்கம் (neurulation) நடைபெற்ற சிறிது காலத்திற்குள் நடைபெறும் படி செய்தால் வளர்ச்சியுறும் கையின் முதுகுப்புற, வயிற்றுப்புற, மைய-பக்க அமைப்புகள் புதிய சூழ்நிலைக்கேற்றாற்போல் முரண்



1

படம் 52.

ஆம்பிலிஸ்டோமா லார்வாவில் வலப் பக்கக் கைமொட்டு மாற்றி ஒட்டப்பட்டிருக்கிறது வலப் பக்கக் கை மொட்டு, முன்முனை-வால்முனை ஊடச்சு; முதுகுப்பக்க-வயிற்றுப்பக்க-ஊடச்சு, ஆகிய இரண்டு ஊடச்சுகளில் சுழற்றப்பட்டு ஆம்பிலிஸ்டோமா, பக்கப்பகுதியில் ஒட்டப்பட்டிருக்கிறது. ஒட்டு, இயல்பான-முதுகுப்பக்க-வயிற்றுப்பக்க-அமைப்பைக் கொண்டு வளர்ந்திருக்கிறது. இதில் முன்முனை-வால்முனை அமைப்பு தலைகீழாக மாறி இருக்கிறது ஆகவே, ஒட்டிலிருந்து தோன்றிய கை இயல்பான வலப்பக்க முன் கையின் பிம்பமாகவே இருக்கிறது.

1. ஒட்டிலிருந்து தோன்றிய கை.

பாடில்லாமல் இருக்கின்றன என்று காட்டிஞர். இருந்தபோதிலும் கை அதனுடைய முன்முனை வால் அச்சின்மேல் சுழற்றப்பட்டால் அது இயல்பாகப் பின்னோக்கி வளர்வதற்குப் பதிலாக முன்னோக்கிச் சாய்வாக வெளிவளர்ச்சியுறுகிறது. ஆகையால் சமச்சீர் தலைகீழாக மாற்றப்பட்டிருக்கிறது (படம் 52). இந்தப் பரிசோதனை அறுவைச் சிகிச்சை செய்யும் காலத்தில் முன்முனை வால்அச்சு (rostro–caudal axis) ஏற்கெனவே மாற்ற முடியாத நிலையில் அந்த மூலப்பொருள்களில் நிலைப்படுத்தப்பட்டுவிட்டது; ஆனல் ஏனைய அச்சுகள் இன்னும் நிர்ணயிக்கப்படவில்லை என்பதைக் காட்டுகிறது.

இதற்கு மேலும் நடைபெற்ற பரிசோதனைகள் முன் முனை வால் அச்சின் நிர்ணயிக்கப்படுதல் இருபடைக் கருக்கோள

நிலையில் முன்னரே நிகழ்ந்திருக்கிறது அல்லது நடைபெற்று இருக்கிறது என்பதைக் காட்டுகிறது. அப்படி இருக்கையில் மற்றைய அச்சுகள் நிர்ணயிக்கப்படுதல் பின்தங்கிய நிலைவரையில் தோன்றுவதில்லை அல்லது நிகழ்வதில்லை. மாற்றமுடியாத நிர்ணயிக்கப்படல் முதலில் முதுகுப்புற-வயிற்றுப்புற அச்சிலும், அதன் பின் மைய பக்க அச்சுகளிலும் நிகழ்கிறது. இஃதன்றியும் ஊரோடீல் இனங்களில் இந்தப் பண்பு சர்வசமமான வழியில் நடைபெறுவதில்லை. உதாரணமாக டிரைட்டின் டேனியேட்டஸ்ஸில் (triton taeniatus) முதுகு, வயிற்றுப்புற அச்சின் திசை ஆம்பிலிஸ் டோமாவைவிட அதி இளநிலையிலேயே நிர்ணயிக்கப்பட்டுவிடுகிறது (Brandt, 1922-28). ஆயினும் மூன்று அச்சுகள் நிர்ணயிக்கப் படும் வரிசைக்கிரமம் எங்கும் ஒரே மாதிரியாக இருக்கக்கூடியதாக இருக்கிறது. உண்மையிலேயே கையில் நடு அடுக்குத்தான் முனைத்துவத்திற்குப் பொறுப்புடையதாக இருக்கிறது. ஆனால், புற அடுக்கு இந்தப் பண்பைப் பொருத்தஅளவில் எந்தவிதமான செயலையும் ஆற்றுவதில்லை (Balinsky,1931).

ஊரோடீல்களிலிருந்து பெற்ற இந்த முடிவுகள் பொதுக் கருத்தாகக் கொள்ளமுடியாததாக இருக்கிறது. ஸ்வில்லிங்(Zwilling, 1955-56) என்பவரால் நிகழ்த்தப்பட்ட பரிசோதனைகள் கோழியின் கைப்புறஅடுக்கு, வளர்ச்சியில் மிக முக்கியமானதொரு பங்கை வகிக்கிறது என்பதைக் காட்டுகின்றன. இளநிலைக் கையின் நடு அடுக்கு கையைச் சார்ந்திராத (non-limb) புற அடுக்கினால் மூடப்பட்டால் கை வெளிவளர்ச்சியாக வளர முடிவதில்லை. கையின் புற அடுக்கு 80 பாகை சுழற்றப்பட்டபொழுது புற அடுக்கின் ஆக்கக் கூறுகளுக்கிணைந்தாற்போல் அச்சுசார்ந்த தொடர்புகள் தோன்றுகின்றன. தடித்த முகட்டுப்புற அடுக்குக் குல்லா (cap) கையின் வெளிவளர்ச்சிக்கு மிக முக்கியமானதாக இருக்கிறது. அது அதன்கீழ் அமைந்திருக்கும் நடு அடுக்கின் வளர்ச்சியைத் தூண்டியியக்குகிறது. இதற்கு மாறாக முகட்டுப் புற அடுக்கின் (apical ectoderm) தொடர்ச்சியான பராமரிப்பிற்குத் தேவைப்படுகின்ற சில காரணிகளை நடு அடுக்கு அழிக்கிறது என்று கருதப்படுகிறது.

இயற்கைக்கு முரண்பட்ட இடங்களில் அதாவது ஆக்கப் பொருள்களை உடலின் பக்கங்களில் மாற்றி ஒட்டி அந்த இடங்களில் கைகளைத் தூண்டி வளரவைக்கும் வெற்றிகரமான முயற்சிகளிலிருந்து வியத்தகு முடிவுகள் கிடைத்திருக்கின்றன.

பாலின்ஸ்கை (Balinsky, 1935-27) டிரைட்டான் டேனியேட்டஸ் விலாப்பக்கப் புற அடுக்கின்கீழ்ச் செவிப் பையை (ear-vesicle)

வெட்டியெடுத்து மாற்றி ஒட்டினால் இந்த இடத்தில் இவைகள் எப்பொழுதும் கையின் வெளிவளர்ச்சியாகவே வளர்கிறது என்பதைக் கண்டுபிடித்தார். இது ஒரு தனிச்சிறப்பு வாய்ந்த தூண்டியியக்கம் அல்ல என்றும் அவரால் காட்டப்பட்டது. இதற்கு எடுத்துக்காட்டாக பாலின்ஸ்கை நுகர்ச்சிப் பள்ளத்தை (olfactory pit) அல்லது ஒரு துண்டு செல்லாய்டினை (celloidin) விலாப்பக்கப் புற அடுக்கின்கீழ் மாற்றிப் பொருத்தினால் முன்னே கண்ட அதே விளைவும், முடிவும் பெறப்பட்டது அவர் இந்த ஆராய்ச்சிக்குட்படுத்தப்படாத கருத்தை மிகவிரிவாக, தொடர் வரிசையான பரிசோதனைகள் வாயிலாக அலசி ஆராய்ந்திருக்கிறார் (Balinsky, 1929-37). அவர், கைகள் விலாப்பக்கங்களில் எங்கு வேண்டுமானாலும் தூண்டியியக்க முடிவதாயிருக்கிறது என்பதைக் கண்டார். வெற்றிகரமான தூண்டியியக்கங்களின் சதவீதம் முன்கைப் பகுதியிலிருந்து வால் பகுதியை நோக்கிக் குறைந்து கொண்டே செல்கிறது. ஆனால், பின்கால் பகுதிக்கருகில் மீண்டும் அதிகரிக்கிறது. உடலின் முன்பகுதிகளில் தூண்டியியக்கப்பட்ட கைகள் முன்கைகளின் (fore-limbs) பண்புகளையே கொண்டிருக்கின்றன. அதிலிருந்து பின்னால் வால் பகுதியில் பின் கைகளின் பண்புகளையே மிக அதிகமாகக்கொண்டிருக்கின்றன. வால் பகுதியில் எவ்வளவு பிந்தி, தூண்டியியக்கப்பட்ட கை இருக்கிறதோ அவ்வளவு காலம் தாமதித்து அது வளர்ச்சியுறும். இதில் எந்தத் தருணத்தில் ஆக்கப் பொருள்கள் மாற்றி ஒட்டப்பட்டன என்பதைக் கருத்தில் கொள்ளக் கூடாது. ஆயினும் ஏதோ ஒரு நிலையில் இந்தத் தூண்டியியக்கத்திற்கு எதிர்விளைவு படும் திறமை மறைந்துவிடுகிறது. ஊரோடீலின் விலாப்பக்கம் முழுவதிலும் கையைத் தோற்றுவிக்கும் உள்ளுறை ஆற்றலைக்கொண்டு இருக்கிறது என்பது நம்பக்கூடியதாக இருக்கிறது. அது அமைந்திருக்கிற அப்படிப்பட்ட வழியில் உடற்சுவர் தோன்றுவதற்கும் கை தோன்றுவதற்கும் உள்ள சாய்வுக்கிடையில் ஒருவகையான சமநிலை இருக்கிறது. ஒரு தனித்தன்மையற்ற இயக்கி கை தோன்றும் சாய்வை மேலோங்கி நிற்கச் செய்கிறது என்பது உண்மையெனக் கொள்ளத்தக்கதாக இருக்கிறது. பாலின்ஸ்கை சுயமான முறையில் இது எங்கும் பரவலாக இல்லாமல் சில குறிப்பிட்ட இடங்களில் அதிகரிக்கும் என்று கூறினார். இது திசு வளர்சிதை மாற்றத்தின் கடுமையின் காரணமாக இருக்கும் என்று எண்ணத்தைத் தோன்றியது. ஆயினும் அண்மைக்காலச் செல் வேதியியல் செய்முறைகளையும் கதிர் இயக்கப் பொருள்களையும் கொண்டு செய்த ஆராய்ச்சிகளிலிருந்து கிடைத்த கருத்து இந்தப் போலிக் கருத்திற்கு உதவியாய் இருக்கத் தவறி விட்டது. ஆனால், தூண்டியியக்கப்பட்ட கை

மூலங்களின் மேல் அடுக்கின் (epidermis) அடிப்படைச் சவ்வு (basement membrane) முழுவதும் காணப்படவில்லை என்று தெரிய வந்தது. ஒருவேளை இந்த அடிப்படைச் சவ்வின் வளர்ச்சியை மாற்றி ஒட்டப்பட்ட ஒட்டின் தடை செய்யும் செயல் கை தூண்டியியக்கத்தில் முதன்மையான காரணியாக இருக்கலாம் என்று கருதினர் (Balinsky, 1957).

இதற்கு மேலே கூறப்பட்டவைகளுடன் இன்னும் அதிகமான பரிசோதனைகளைச் சேர்த்துக்கொள்ளலாம். ஆயினும், இவைகள் கருவின் இந்த வளர்ச்சியின் படிநிலையில் தூண்டியியக்கங்களின் மிகவும் முக்கியமான பின்னிய நிகழ்ச்சிகள் நடைபெற்றுக்கொண்டிருக்கின்றன என்பதை வலியுறுத்தப் போதுமானதாக இருக்கின்றன. அது ஒரு மிதமிஞ்சிய வாக்கு மூலமாக இருப்பது அபூர்வமாய் இருக்கிறது. அதாவது, வளர் கருவின் எல்லாப் பாகங்களும் அவைகளுக்குள் தொடர்புடையன அல்லது இடக்கிடப்பியல் தோன்றும்பொழுது ஏற்படுத்திக் கொள்கின்ற இவைகள் தொடு தூண்டியியக்கத்தின் மூலம் ஒன்றுக்கொன்று ஆக்கத் திரிபுகளை ஏற்படுத்துகின்றன என்ற வாக்கு மூலம் ஒரு மிதமிஞ்சிய கூற்று என்று கூறுவது அபூர்வமாய் இருக்கிறது. ஆகையால் ஒவ்வொரு பாகமும் ஒரே நேரத்தில் ஒரு தூண்டியியக்கக்கூறுக இருக்கிறது. இவைகள் ஏதோ ஒரு இயக்க விளைவுகளை வெளிப்படுத்துகின்றன. மேலும் ஒவ்வொரு எதிர்விளைவு மண்டலமும் அது பெற்ற இயக்கவிளைவுகளுக்கு எதிர்விளைவைத் தோற்றுவிக்கிறது. ஒவ்வொரு செல்லின் அல்லது செல் தொகுப்பின் இயற்பியல், வேதியியல் அமைப்பும் அதிலிருந்து ஆற்றலும் ஏக காலத்திலோ அல்லது ஒன்றன்பின் ஒன்றுகவோ எதிர்ப்பட்ட தூண்டியியக்கங்களைச் சார்ந்து மாற்றப்பட்டிருக்கிறது.

இந்தத் தொடு தூண்டியியக்கம் (conduct induction) ஆக்கப் பொருள்களின் ஆக்கத் திரிபுகளால் தோற்றுவிக்கப்பட்டிருக்கிறது என்பது மிகவும் நம்பக்கூடியதாகவே இருக்கிறது. அதாவது, அந்தச் செல்கள் பொருள்களைச் சுரக்கின்றன. இந்தப் பொருள்கள் தன்னைச் சூழ்ந்துள்ள சூழலுக்குள் கசிந்து செல்கின்றன.

அவைகள், அவைகளுக்கருகிலுள்ள செல்களால் எடுத்துக் கொள்ளப்படுகின்றன. அல்லது, குறைந்தது அவைகளின் மேல் செயல்படுகின்றன. பெரும்பாலான தூண்டியியக்கங்களில் இது மெய்ப்பிக்கப்படவில்லை என்பது ஊகித்துக்கொள்ளவேண்டிய ஒன்றுக இருக்கிறது. ஆனல், நரம்புத்தகடு தூண்டியியக்கம்

இதைப்பொருத்த அளவில் உண்மையாக திட்டவட்டமாக விளக்கப்பட்டிருக்கிறது. எவ்வாறிருப்பினும், பலவகை எடுத்துக் காட்டுகளில் இந்தப் புனைவு எண்ணத்திற்குத் துணையாக மித மிஞ்சிய குறியீடுகள் இருக்கின்றன. இறந்த திசுக்களும், திசுச்சாறு களும் நரம்புத் திசுக்களைத் தூண்டியியக்குவதோடல்லாமல் பல் வேறு உறுப்புகளையும் கூட தூண்டியியக்கமுடியும் என்ற உண்மை இதனுடைய சாதகமான குறிப்பாக இருக்கிறது.

எந்த அளவிற்குப் பிரத்தியேகமான விளைவு தூண்டியியக் கத்தின் இயல்பைச் சார்ந்திருக்கிறது என்ற பிரச்சினைக்கு நம் முடைய கவனத்தைத் திருப்புவோம். அதாவது ஒவ்வொரு உறுப்பும் அதனுடைய சொந்த (own) தூண்டியியக்கக் கூறுவால் (evocator) தூண்டியியக்கப்படுகிறதா? இல்லையா? என்பது பிரச்சினை. இங்கே பல சாத்தியக்கூறுகள் சீரிய யோசனைக்கு எடுத்துக் கொள்ளவேண்டும். ஒரே தூண்டியியக்கக்கூறு (evocator) எல்லாவகைகளிலும் செயல்படக்கூடும். செல் தொகுப்புகளின் வெவ்வேறான வளர்ச்சிகள் (உதாரணமாக, முற்றிலும் வெவ்வேறு உறுப்புகளான கண் வில்லை, நுகர்ச்சிப் பள்ளம், செவியுறுப்பு இந்தச் செல் தொகுப்புகளில் அவை களுக்குள் காணப்படும் செயல் விளைவுகளின் வேறுபாட்டின் காரணமாகவே இருக்கலாம்.) அதனதன் தூண்டியியக்கத்தின் ஆக்கத்திரிபு ஒரு கலப்படமில்லாத செயலூட்ட இயல்பாகவே இருக்கிறது. அது மூலத்தின் வெவ்வேறு பாகங்களுக்கிடையில் உள்ளார்ந்த வேறுபாடுகளைத் தோற்றுவிக்காது. ஆனால், அவை களை மட்டும் தெள்ளெனக் காண்பிக்கும்படிச் செய்கிறது. நாம் இங்கே ஒன்றை மட்டும் மறந்துவிடக்கூடாது. செல் தொகுப்பு களின் இந்தக் குறித்த செயல்விளைவு அதற்கு முன்னுள்ள வேதி யியல் வழி மாறுபாடடைதலிலிருந்தே பெற்றிருக்கவேண்டும் என்பதை நாம் மறந்துவிடக்கூடாது. இயல்பான முறையில் இதற்கும் ஒருவிளக்கம் தேவைப்படுகிறது.

மேலும் ஒரு முயற்சி இதை விளக்குவதற்கு எடுத்துக் கொள்ளப்படுகிறது. இங்கேயும் கூட ஒரு தூண்டியியக்கக்கூறு தான்அதனுடைய ஆரம்பகட்டமாக இருக்கிறது. ஆனால், இந்தப் பொருளின் செறிவுக்கு (concentration) அல்லது அடர்த்தி வேற்றுமைக்கு மிக முக்கியமான பண்புகள் கொடுக்கப்பட்டிருக் கிறது. இந்தக் கருத்திற்கிணங்க பிரத்தியேகமான வெவ்வேறு உறுப்புகளைத் தோற்றுவிக்கும் ஆற்றல்கள் காணப்படுதல் அடர்த்தி வேறுபாடுகளின் விளைவாகவே இருக்கலாம் என்று கருதப்படு கிறது. இந்த அடர்த்தி வேறுபாடுகளுக்கு எதிர்விளைவு மண்டலம் மிகமிக உணர்ச்சியுள்ளதாயிருக்கிறது. வளர்ச்சி நடைபெறக்

கூடிய இரண்டு வழிகளில் வளர்ச்சி எவ்வழியை எடுத்துக் கொள்ளவேண்டும் என்பது வளர்ச்சி தூண்டியியக்கக் கூறுவின் அடர்த்தி ஏதோ ஓர் ஆரம்பநிலையை (thresh hold) விஞ்சி நிற்கிறதா இல்லையா என்பதையே சார்ந்திருக்கிறது. இதை நாம் முன்பே கண்டிருக்கிறோம். மூலத்தின் அமைப்பாண்மைச் செயலெல்லையின் (organisation fold) பண்புகளை இந்தப் புனைவுக் கருத்தின் வழியாக டால்க் (Dalcq) எவ்வாறு விளக்கியுள்ளார் என்பதை முன்பே கண்டோம்.

ஆனால், இந்த வகையிலும் கூடத் தனியொருமைக் கோட்பாட்டாளர் (unitarian) கருத்து நிர்ணயித்தல் என்ற இயல் நிகழ்ச்சிகளை விளக்குவதற்குப் போதுமானதாக இருக்கவில்லை. இதற்குப் பதிலாகப் பின்னிய செயல்வினைப் பொருள்கள் ஒவ்வொன்றும் ஏற்ற இயக்க வாட்டச் செயலெல்லைக்கு ஏற்றாற்போல் (gradient field) பரவிக்கிடக்கின்றன. என்ற அனுமானத்திற்கு (hypothesis) மாற்றிக்கொள்ள வேண்டியதாக இருக்கிறது. எங்கும் பரவலாக இல்லாமல் சில குறிப்பிட்ட இடங்களில் இந்தப் பொருள்களின் பூர்த்தியான அடர்த்திகளும் மேலும் அவைகளுடைய அளவில் ஒன்றுக்கும் மற்றொன்றுக்குமுள்ள தராதரம், எண்ணிக்கை போன்றவைகள் ஒரு குறிப்பிட்டவகையில் அமைந்த வெவ்வேறு நிலைகளைத் தோற்றுவிக்கக்கூடும் என்று கருதப்படுகிறது. செல்களின் எதிர்ச்செயல் வினைவுத் திறனிலுள்ள மாற்றங்களை மூன்றாவது மாறியியல் மதிப்புருவாக (variable) எடுத்துக்கொண்டால் அதனருகிலுள்ள செல் தொகுப்புகளின், வெவ்வேறான வளர்ச்சிகளை மிக எளிதில் அறிந்துக் கொள்ளக்கூடியதாகிறது. இது இறந்த திசுக்களும் திசுவின் பிழிந்தெடுத்த சாறுகளும், (extracts) வெவ்வேறு உள்ளமைப்பைக்கொண்ட உறுப்புகளின் பாகங்களைத் தூண்டியியக்கலாம் என்பதையும் விளக்கக்கூடியதாக அமைகிறது.

ஆனால், இந்த உறுப்புகள் இயல்பான இடக்கிடப்பியல் வழியில் தோன்றிய தனித்தன்மை வாய்ந்த உடலின் பாகங்களுக்குச் சில சம்பந்தங்களைக் காட்டுகின்றன. (உதாரணம் : முன்மூளை, கண்கள், நுகர்ச்சிப் பள்ளங்கள், தண்டுவடம், மார்புத் தசைகள் சிறுநீரகங்கள் போன்றவைகளாகும்.) இது போன்ற இயற்கைக்கு முரண்பாடான தூண்டியியக்கக் கூறுகளிலிருந்து வெளிப்பட்ட பொருள்களும், ஏற்றஇறக்க வாட்டங்களின் போக்காகக் குறையத் தொடங்குகிறது. இந்த வழியில் முரண்பாடுள்ள தூண்டியியக்கக் கூறுகளின் இயல்பான பரவிக்கிடத்தலுக்கு இயல்பான தூண்டியியக்கப் பொருள்களின் அடர்த்திக்கு ஓர் ஒப்பனையாயிருக்கிறது.

ஆகையால் இளநிலையில் நிர்ணயிக்கும் செய்முறைகள் (இருபடைக்கோளநிலையிலும், இளநிலைக் குழலாக்கத்திலும்) ஒரு சில

தூண்டியியக்கப் பொருள்களின் பின்னிய செயல்விளைவுகள் மூலம் விளக்கக்கூடியதாகத் தோன்றுகிறது. இதற்கு மேலும் மேல் வளர்ச்சி நடந்து கொண்டிருக்கும் போக்கில், வேதியியல் வழி முன்னேற்றம் முன்னேறிக்கொண்டிருக்கும் பொழுது வெவ்வேறு உறுப்புகளின் தூண்டியியக்கக்கூற்றின் வேதியியல் உள்ளமைப்பில் மேலும் மேலும் பண்புசார்ந்த மாறுபாடுகள் தோன்றுவது உண்மையெனத் தோன்றுகிறது.

இந்தச் சந்தர்ப்பத்தில் தலைப்பகுதியின் நிலைமைக்கு தனிச் சிறப்புக் கவனம் செலுத்தப்படவேண்டும். மேலே காணப்பட்டவைகளிலிருந்து தலையின் உறுப்புகளாகிய விழிவில்லை உணர்ச்சிக் குழிகள், செவியுறுப்புகள், வாய் என்ற பலவற்றின் நிர்ணயித்தல் இரண்டு படிநிலைகளில் நிகழ்கின்றன என்பது நமக்குத் தெரியும். அவைகளில் ஒன்று முன் படிநிலையாகும் (early phase). இருபடைக் கருகோளாக்கம் முடிவுறும் நிலையை நெருங்கிக் கொண்டிருக்கும் அந்தக் காலத்தில் இந்த உறுப்புகளைத் தோற்றுவிப்பதில் தொடர்புடைய பரப்புகளில் இந்த உறுப்புகளைத் தோற்றுவிக்கும் வலிவற்றபோக்கு தோன்றுகிறது. இரண்டாவது படிநிலை பின் படிநிலையாகும் (later phase). இந்தப் படிநிலை நிகழ்கின்ற காலத்தில் குறிப்பிட்ட தொடு தூண்டியியக்கக்கூறுகள் (உதாரணம்: விழியின் பின் விழித்திரை, மூளையின் அரைக் கோளங்கள், நரம்பு முகடு, வாய் அகஅடுக்கு) இந்த உறுப்புகளின் முடிவான நிர்ணயித்தலை நிகழுமாறு செய்கின்றன. முதல்நிலையை நாம் இந்த உறுப்புகளின் முன் நிர்ணயித்தல் (pre-determination) என்று அழைக்கிறோம். இது வெளிப்படையாக மூலக் குடல் கூரையின் ஆக்கத்திரிபுகளினால் நிகழும்படி செய்யப்படுகிறது. ஆனால், புற அடுக்கிலுள்ள ஏற்ற இறக்க வாட்டச்செயலெல்லை (gradient field) இதற்கும் முன்னால் முக்கியமானதொரு பங்கை வகிக்கக்கூடும் என்பது நம்பத்தக்க ஒன்றாக இருக்கிறது (Nieuwkoop, 1947; Lombard, 1952). எந்தவொரு வகையிலும் தலை உறுப்புகளின் முன்நிர்ணயித்தல் (pre-determination) முன்னால் விவாதிக்கப்பட்ட வழியில் பொதுவான தலை அமைப்பாண்மைச் செயலெல்லையில் (head-organisation field) நிகழ்கின்றது என்பதற்குப் பல பலம் பொருந்திய குறியீடுகள் அல்லது அடையாளங்கள் இருக்கின்றன. இந்தக் கருத்து எடுத்துக்காட்டாக பின்வரும் உண்மையால் ஆதரிக்கப்படுவதாய் இருக்கிறது. அதாவது மூலத்தை லித்தியம் (lithium) அயனியுடன் சிகிச்சையுறும்படி செய்தால் தலையின் இயல்பான அமைப்பு மாதிரியை முழுமையாக மாற்றி விடுகிறது. பிரதானமாக தூண்டியியக்கக் கூறுகளின் அடர்த்திகளின் அளவுசார்ந்த வேறுபாடுகள் இங்கே முக்கிய

மானதொரு செயலை நிகழும்படி செய்கிறது என்பது நேரிடக் கூடியதாக இருக்கின்றது. இரண்டாவது படிநிலையில் இந்த உறுப்புகளின் இடமும் பண்பும் மாற்ற முடியாத அளவில் தொடு தூண்டியியக்கங்களின் பண்படிப்படையான வேறுபாடுகளால் நிர்ணயிக்கப்படுவதாயிருக்கிறது.

இந்த விழித்தெழச் செய்யும் கூறுகள் (evocators) தூண்டியியக்கக் கூறுகளிலுள்ள செல்களினுடைய வளர்சிதை மாற்றத்தின் விளை பொருள்களிலிருந்து தோன்றக்கூடியதாக இருக்கலாம். இவ்வாறு தோன்றி அதைச் சூழ்ந்துள்ள சூழ்நிலையினுள் பரவுகிறது. அவைகள் எதிர்ச்செயல்விளைவு மண்டலத்தில் அவைகளின் ஆற்றலை நிகழச் செய்யவேண்டுமென்றால் எதிர்ச்செயல் விளைவு மண்டலத்தின் செல்கள் இந்தப் பொருள்களின் செயலுக்கு உணர்ச்சி மிக்கதாக இருக்கவேண்டும். இங்கேயும் மீண்டும் தூண்டியியக்கக்கூறு எதிர்ச்செயல் விளைவுமண்டலம் ஆகியவற்றின் செல்களிலுள்ள வேதியியல் செய்முறைகள் இயல்பான வளர்ச்சி சாத்தியமாயிருக்கிற வழியில் ஒன்றுக்கொன்று நிகராயிருக்குமாறு சரியாகச் சமப்படுத்தப்பட்டிருக்கிறது. விழித்தெழச் செய்யும் கூறு குறித்தகாலத்தில் தோற்றுவிக்கப்படாமலிருந்தாலும் அல்லது அந்த நேரத்தில் எதிர்ச்செயல் விளைமண்டலம் அதனுடைய உணர்ச்சிமிக்க நிலையை எட்டிப்பிடிக்காமலிருந்தாலும் அல்லது பெற்று இழந்துவிட்டாலும் வளர்ச்சிமுறை தலைகீழாக இருக்கிறது. எவ்வகையிலேனும் இந்த வளர்ச்சிச் செய்முறைகள் ஒன்றுக்கொன்று சரியானவழியில் இணைக்கப்பட்டு இருப்பது வளர்ச்சியின் முந்திய படிநிலை நிகழ்ச்சிகள் நடைபெறும் போக்கைச் சார்ந்திருக்கிறது. ஏதோ ஒரு தருணத்தில் தோன்றும் ஒரு சிறு குழப்பம் ஏன் பிந்திய நிலைகளில் மிகவும் மோசமான முரண்பாடுகளைத் தோற்றுவிப்பதாயிருக்கிறது என்பதை இது விளக்குகிறது.

தூண்டியியக்கங்கள் வெவ்வேறு உறுப்புகளின் மூலமுதல்கள் தோன்றுவதற்குக் காரணமாயிருக்கின்றன. இந்த மூலமுதல்கள் செல்களின் தொகுப்புகளாக இருக்கின்றன. இந்தச் செல்கள் எல்லாம் கேள்விக்கு இலக்காக இருக்கும் உறுப்புகளைத் தோற்றுவிக்கும் ஆற்றலைக்கொண்டிருக்கின்றன. ஆரம்பத்தில் இந்த உறுப்பைத் தோற்றுவிக்கும் ஆற்றல் (organ forming potency) எல்லா முனைகளிலும் ஒரே அளவு திடமுள்ளதாக இல்லை; ஆனால் நடுமைய உச்சத்திலிருந்து புறப்பரப்பை நோக்கிப் படிப்படியாகக் குறைந்துகொண்டே செல்வதைக் காட்டுகிறது. ஆகையால் ஓர் புறப்பரப்பு மண்டலமும் அதில் அந்த ஆற்றல் குறைந்தும் பின் படிப்படியாக அது அந்த ஆற்றலை முழுவதுமாக இழந்துவிட்ட

பொருளுடன் இணைகிறது. இதற்கு மேலும் இந்தப்பரப்பில் தோன்றுகின்ற ஆற்றல் முதலில் மிகப்பெரியதாக இருக்கிறது. ஆகையால் ஆரம்பத்தில் உறுப்பின் மூலமுதல் உண்மையாகவே உறுதியான எல்லைகளற்ற பெரிய பரப்பை ஆக்கிரமித்துக் கொண்டிருக்கிறது. இந்த நிலையில் இந்தப் பரப்புகள் அதனுடைய விளிம்புகளில் ஒன்றன்மேல் ஒன்று தழுவிக் கொண்டிருக்கலாம். ஆகவே இடைநிலை மண்டலங்களிலுள்ள செல்கள் ஒரே காலத்தில் இரண்டு அல்லது இரண்டிற்கு மேற்பட்ட உறுப்புகளைத் தோற்றுவிக்கும் ஆற்றலைப் பெற்றிருக்கின்றன. வளர்ச்சியின் போக்கில் இந்த ஆற்றல் மூலமுதலின் மையத்தில் அடர்த்தியுடையதாகிறது. புறப் பரப்பில் இயற்கையாகவே வலிமையற்றதாக இருக்கிற இந்த ஆற்றல் இப்பொழுது முழுவதும் இல்லாமல் ஆகிவிடுகிறது. செல்களுக்கிடையிலுள்ள உடற் செயலியல் போட்டி (physiological competition) உண்மையாகவே முக்கியப் பங்கு கொள்கிறது. இதன் காரணமாக உறுப்புகளின் மூலமுதல்களில் அவைகளினுடைய சூழ்நிலையிலிருந்து தெளிவான எல்லை அறுதிப்பாட்டில் முடிவடைகிறது.

மீண்டும் இந்த உறுப்பு மூலமுதல் அமைப்பாண்மைச் செயலெல்லைகளின் பண்புகளையே வைத்திருக்கிறது. அவைகள் சரிப்படுத்தும் அல்லது ஒழுங்குபடுத்தும் ஆற்றலை வைத்திருக்கின்றன. மூலத்தின் ஆக்கப்பொருள்களைப் பொருத்த அளவில் உறுப்பைத் தோற்றுவிக்கும் ஆற்றல் மீண்டும் மாற்றி அமைக்கப்படக்கூடியதாயிருக்கிறது. இளநிலை மூலமுதலில் செயலெல்லையின் உள்ளுறுப்புப் பொருள்களின் பாகங்களில் மாற்றி அமைக்கப்படுவதாயிருக்கிறது. உதாரணமாக பின் வளர்ச்சியில் குழப்பங்கள் தோன்றுதவகையில் மூலமுதலின் பாகங்களைத் தலைகீழாக மாற்றி அமைக்கலாம். ஒரு சிறிய ஆனால், முரண்பாடில்லாத உறுப்பு தனியாக்கப்பட்ட மூலமுதலிலிருந்து கண்டிப்பாகத் தோன்றும். ஆகவே சில பரிசோதனைகளில் ஒரு மூலமுதல் பல உறுப்புகளைத் தோற்றுவிக்கக்கூடும். எதிரிடையாக இரண்டு அல்லது இரண்டிற்கு மேற்பட்ட சக்தியில் சமமான மூலமுதல் ஒன்றாக இணையலாம். ஆகவே அவைகள் முரண்பாடில்லாத அமைப்புடைய உருவளவில் இரட்டிப்பான ஒரு தனி உறுப்பைத் தோற்றுவிக்கின்றன. வேறு வழியில் அமைப்பாண்மைச் செயலெல்லை (organisation field) பல செயலெல்லைகளாகப் பிரிக்கப்படலாம். மேலும் இரண்டு சக்தியில் சமமான செயலெல்லைகள் ஓர் ஐக்கியமாக இணைக்கப்படலாம். ஆகையால் ஒவ்வொரு உறுப்புச் செயலெல்லையும் சிறிதளவில் இருப்பதைக் காணமுடியும். முழுக் கருவின் வளர்ச்சியின் இளநிலையில் அமைப்பாண்மைச் செயலெல்லையின் ஒழுங்குமுறை திரும்பவும் காணக்கிடக்கிறது.

ஆரம்பத்தில் செயலெல்லைச் செல்கள் எல்லாம் ஒரே வகையான உறுப்பைத் தோற்றுவிக்கும் ஆற்றலைக் கொண்டிருக்கின்றன. இருந்தபோதிலும் எல்லாச் செல்களும் ஒரே தரம் உள்ளதாக இல்லை. பின் எவ்வகையிலேனும் செயலெல்லையில் மேலும் உட்பிரிவுகள் இடம் பெறுகிறது. அதாவது உறுப்பின் பாகங்கள் நிர்ணயிக்கப்படுகின்றன. செயலெல்லைக் காரணிகளின் ஆக்கத் திரிபுகளின் விளைவால் வேதியியல் வழி மாறுபாடடைதல் செயலெல்லையினுள் இடம் பெறுகிறது. ஆகையால் தொடக்க முதலேயுள்ள சக்தியில் சமமான செல்கள் ஆற்றலில் வேறுபடத் தொடங்குகின்றன. ஒரு முறை இது நிகழ்ந்துவிட்டால் மூலமுதலின் ஒவ்வொரு பாகமும் உறுப்பின் ஒரு குறிப்பிட்ட பாகத்தை மட்டும்தான் தோற்றுவிக்கமுடியும். உதாரணமாக முழுமையான கண்ணிற்குப் பதிலாக விழித்திரை மட்டும் தோன்றும். இந்த நிலையில் பாகங்கள் ஒரு காலத்தில் ஒன்றுக்கொன்று பதில்மாற்றீடு செய்யமுடிவதில்லை. மூலமுதலினுள் காணப்படும் பொருள்களின் குழப்பங்களும், இடப்பெயர்ப்புகளும் ஒரு காலத்திலும் ஒழுங்குபடுத்தப்படுவதாக இல்லை. உறுப்பைத் தோற்றுவிக்கும் ஆற்றல் ஒரு காலத்திலும் வரிசைமுறையில் மாற்றப்படுவதில்லை(transposed). ஆனால் திட்டமான செல் தொகுப்புகளில் கட்டுண்டு கிடக்கிறது. பால்வீஸ் அவர்களைப் (Paul weiss, 1926) பின்பற்றி இந்த எல்லா நிகழ்ச்சிகளையும் தன்னிருப்புரிமையாக்கல் (autonomisation) என்று நாம் அழைக்கலாம்; ஏனென்றால் அவைகள் உறுப்புகளின் பாகங்களைத் தானியங்குவதாக்குகின்றன. ஆகவே இப்பொழுதிலிருந்தே அவைகள் ஒன்றுக்கொன்றுதன்னிலைப்பட்ட ஐக்கியங்களாக நடந்து கொள்கின்றன. கருவினுடைய முதல்நிலை அமைப்பாண்மைச் செயலிலும்கூட இது போன்றதொகு தன்னிருப்புரிமையாக்கல் செய்முறைகள் இடம் பெறுகிறது. இந்தச் செய்முறைகள்தான் வெவ்வேறு உறுப்பு முதல்மூலங்கள் தோன்றுவதற்குக் காரணமாக இருந்திருக்க வேண்டும் என்பதை நாம் பார்த்துள்ளோம். இந்த எண்ணத்திலிருந்து நோக்கினால் வளர்ச்சி முதநிலைச் செயலெல்லை (primary field) படிப்படியாக உட்பிரிக்கப்படுவதால் தோன்றுகிறது என்று எண்ணக்கூடியதாக இருக்கிறது. முதல்படி செயலெல்லையினுள் இருக்கும் உறுப்பு மூலமுதல்களைத் (primordia) தன்னிருப்புரிமையாக்கல் (autonomisation) என்ற நிலைக்கு அழைத்துச் செல்கிறது. இதன் காரணமாக அது ஏறத்தாழ தனித்தன்மையான பல எண்ணிக்கையுள்ள உறுப்புச் செயலெல்லைகளாக உடைக்கப்படுகிறது. இரண்டாம் நிலையில் அவைகளின் முறையில் முதன்முதலில் அமைப்பாண்மைச் செயலெல்லைகளாகச் செயலாற்றுகின்றன. கோழிக் கருவில் நடைபெற்ற சோதனைகள் காலினுடைய செயலெல்லை மேல் கால் (upper leg),

கீழ்க் கால் (lower leg), பாதம் (foot) என்ற உட்செயலெல்லைகளாகப் பிரிக்கப்பட்டிருக்கின்றன என்பதைத் தெளிவுபடுத்துகின்றன. இந்த உட்செயலெல்லைகளிலிருந்து கொடுக்கப்பட்ட எந்த ஒரு பகுதியை மாற்றி ஒட்டினாலும் ஒட்டப்பட்ட திசுவிலிருந்து ஒருகாலத்திலும் இதற்கு முந்திய நிலையிலுள்ளதைப் போன்றதொரு முழுமையான கால் தோன்றுவதில்லை. ஆனால் ஒட்டப்பட்ட திசுவின் அமைப்பிற்கேற்பக் காலின் ஒப்பான பகுதிகள் தோன்றும் (Murray, 1926). இதற்குப் பிந்திய நிலையில் இந்த உட்செயலெல்லைகள் தன்னிருப்புரிமையாக்கல் செய்முறையால் மீண்டும் உட்பகுதிகளாகப் பிரிக்கப்படுகிறது. ஆகையால் பாதத்தின் செயலெல்லை டார்சஸ் (tarsus), நடுப்பாதம் (mid foot), விரல்கள் (toes) என்று பிரிக்கப்படுகிறது. தற்சமயம் இந்தக் கருத்தையொட்டி ஒருவிதமான செய்திகளும் கிடைக்கவில்லை.

மூலத்தின் பாகங்களின் ஒன்றுக்கொன்று தொடு தூண்டியியக்கங்களும் உறுப்புச் செயலெல்லையினுள் இருக்கும் தன்னிருப்புரிமையாக்கலும் கருவின் இடஞ்சார்ந்த பலவகைப்பாட்டை மேலும் அதிகரிக்கின்றன. மேன்மேலும் கரு பல்வண்ணச் செல் தொகுப்புகளாகப் பிரிக்கப்படுகிறது. அவைகள் ஒன்றிலிருந்து ஒன்று இயற்பியல், வேதியியல் (physico-chemical) அமைப்பில் வேறுபடுகின்றன. இது சீக்கிரமே தன்னைச் செல்களின் புறத்தோற்றத்தின் வழியாக வெளித்தோன்றச் செய்கிறது. ஏறத்தாழ சிரத்தையற்ற கருநிலைச் செல் மாதிரியிலிருந்து ஆரம்பித்து செல்கள் ஒவ்வொன்றும் முழுமையான விலங்கில் அவைகள் ஒவ்வொன்றும் நிறைவேற்ற வேண்டிய குறிப்பிட்ட செயல்களைச் செய்யும் முகமாகத் தனிச் சிறப்புப்பெற ஆரம்பிக்கின்றன. ஆகையால் உறுப்புகள் தோன்றுகின்ற காலத்தின் உடனிகழ்வாகவே, தொடரப்படுகின்ற படிநிலையில், திசுக்களின் மாறுபாடடைதல் அல்லது திசுவாக்கம் (histogenesis) மேலோங்கி நிற்கிறது. இந்தக் காலத்தில் திசுக்கள் தோற்றுவிக்கப்படுகின்றன. இந்தத் திசுக்களாலேயே கரு உருவாக்கப்பட்டிருக்கிறது. இந்தத் திசுக்கள், தசைத்திசு, இணைப்புத்திசு, நரம்புத்திசு, குருத்தெலும்புத்திசு போன்றவைகளாகும். இது, இதற்கு முன்னமேயே கண்ணிற்குப் புலப்படாத வகையில் இருந்திருக்கிறது.

திசுவாக்கம் (histogenesis) முடிவான முக்கியமான படிநிலையாகும். இந்த நிலையில்தான் அமைவின் படம் உண்மையாக்கப்படுகிறது. முட்டை இப்பொழுது, முழுமையாக அமைக்கப்பட்ட ஒன்றைத் தோற்றுவிக்கிறது. கருவில் திசுவியல் அடிப்படையில் சிக்கலான வெவ்வேறான உறுப்புகளையும், திசுக்களையும் அவற்றின் நிலையான இடக்கிடப்பியல் தொடர்புகளையும் தோற்றுவித்திருக்கிறது. ஒரே வார்த்தையில் கரு உருவாக்கப்பட்டு விட்டது.

9. வளர்ச்சியும் மாறுபாடடைதலும்
(Growth and Differentiation)

சொற்பொருள் விளக்கம் (Definitions)

வளர்கருவின் முழுமையான அல்லது பெரும்பாலான உறுப்புகளின் மூலக்கூறுகள் (rudiments) தோன்றியவுடன், விலங்கின் முக்கியமான அமைப்பின் பண்புகள், முன்னமேயே குறிப்பிடப் பட்டுவிட்டது. இதைப் புற அமைப்பு (morphological plan) உருவாக்கப்பட்டு விட்டது என்று கூறலாம். இங்கே புற அமைப்பு மாதிரியின் பொருள் ஒவ்வொரு உறுப்பின் தோற்றம், அதன் எண்ணிக்கை, அதன் இட அமைவு, ஒவ்வொரு உறுப்பின் அமைப்பு, பொதுப் பண்பு போன்றவைகளைக் குறிப்பதாகும். இருந்த போதிலும் உறுப்பு மூலக் கூறுகள் இந்தப் படிநிலையில் அவைகளின் சிறப்புச் செயல்களைச் செய்ய இயலாது. விலங்கு தனித்து வாழ்வதற்கு ஒவ்வொரு உறுப்பு மூலக் கூறும் தனித்து அதன் சிறப்புச் செயல்களைச் செய்ய வேண்டும் (specific functions). தனிச் செயல்களைச் செய்வதற்கு ஒவ்வொரு மூலக்கூறின் செல்களும் சிறப்பான அமைப்பைக் கொண்டிருக்க வேண்டும். ஆனால், செல்களின் சிறப்பான அமைப்பு மூலக்கூறுகளில் காணப்படுவதில்லை. உறுப்பு மூலங்கள் பொதுவாக மிகவும் சிறியன. ஆகவே, விலங்குகளும் முதிர்உருவளவைவிடக் (adult size) குறைந்தேயிருக்கின்றன. இதுவரை காணப்பட்ட வளர்ச்சிச் செயல்முறைகள் முழுவதையும் ஒன்றாகத் தொகுத்துச் செயற்படு முன் படிநிலை (pre-functional stage) என்று கூறலாம். இப்பொழுது புதியதொரு மாறுபாட்டுப் படிநிலை தோன்றுகிறது. இந்த மாறுபாட்டுப் படிநிலை செயற்படு நிலையாக (punctional stage) மாறுகிறது. சிறப்பாக லார்வாப் படியைக் கடந்துசென்றுகொண்டிருக்கும் பொழுது சில புதிய உறுப்புகள் தோன்றலாம். மேலும் சிறிய மாற்றிசைவுகள் முன்பே தோன்றிய உறுப்புகளில் நிகழலாம். ஆனால், வளர்ச்சிச் செய்முறைகளும் மாறுபாடடைதலும் மேலோங்கி நிற்கின்றன.

வளர்ச்சி : ஒரு விலங்கின் வடிவளவு அதிகரிக்கப்படுவதையோ அல்லது அதனுடைய பாகங்கள் அதிகரிக்கப்படுவதையோ குறிக்கிறது. புரோட்டோப்பிளாசம் தொகுக்கப்படுவதாலும், புரோட்டோபிளாசத்தின் உற்பத்திப் பொருள் (protoplasmic substances) அதிகரிக்கப்படுவதாலும் வளர்கிறது. புரோட்டோ பிளாசம் இந்த முறையில் சொற்பொருள் விளக்கத்தினுல் அது சைட்டோப்பிளாசத்தையும், உட்கருவையும் சம்பந்தப்படுத்து கிறது. புரோட்டோபிளாச உற்பத்திப் பொருள்கள் (protoplasmatic substances) செல்களினுல் உற்பத்தி செய்யப்பட்ட பொருள்களாகும். உதாரணம் : நார்கள் (fibres) இணைப்புத் திசு (connective tissue), எலும்பின் இடையீட்டுப் பொருள் (matrix), குருத்தெலும்பு இடையீட்டுப் பொருள் போன்றவை களாகும். இதற்கு எதிர்மாருகச் செல்களும் சில பொருள்களை உற்பத்தி செய்கின்றன. அவைகள் உற்பத்தி செய்யும் இடத் திலிருந்து நீக்கப்பட்டு விடுகின்றன. அப்படிப்பட்டவைகளுக்கு உதாரணம் செரிமாணச் சுரப்பிகளின் சுரப்பு, தோலின் சுரப்பு அல்லது உணவாகச் சேமிக்கப்படும் பொருள்களாலான கொழுப்புத் திசுவின் செல்களிலுள்ள கொழுப்புத் துளிகள் போன்றவைகள். உணவை உணவுப் பாதைக்கு எடுத்துச் சென்று செரிக்கப்படாமலும் உட்கிரகிக்கப்பட்டு திசுக்களின் உட் பொருளாக ஆக்கப்படாமலிருக்கும்பொழுதும் தண்ணீரை உறிஞ்சும்பொழுதும் ஒரு விலங்கின் எடைதான் (weight) அதிகரிக் கலாமே தவிர அதை வளர்ச்சியாகக் கருதக்கூடாது.

ஒரு விலங்கின் வளர் மாற்றங்கள் (anabolic) ஆற்றல் சிதை மாற்றங்களின் ஆற்றலைவிட மேம்பாடுடையதாக இருந்தால் வளர்ச்சித் தோன்றுகிறது. தொகுப்பும் (synthesis), சிதைவும் (decomposition) ஒரே வீதத்தில் சென்று கொண்டிருந்தால் விலங்கின் மொத்த எடையில் ஏற்றம் தோன்றுவதில்லை. ஆகவே வளர்ச்சியில்லை. ஏதோ ஒரு சில நிலைமைகளில் சிதைவு (decomposition) தொகுப்பை (synthesis) விட ஓங்கி நிற்கலாம். உதாரணமாக நெடுங்காலமாக (inanition) உணவு கொடுக்கப் படாவிட்டால் தொகுப்புச் செயல்முறைகள் நடைபெற முடிவ தில்லை. இப்பொழுது சிதைமாற்றச் செயல்கள் தொடர்ந்து செயல்பட்டு தற்சமயத் தேவைக்கான சக்தியைக் கொடுக்கின்றன. உள்ளடங்கிய உணவுச்சேமிப்பு (கொழுப்புத் திசுவின் கொழுப்பு) முழுவதும் உபயோகப்படுத்தப்பட்டபின் புரோட்டோபிளாசத் திலிருக்கும் புரதத்திலிருந்து சக்தி (enegry) உண்டாக்கப்படு கிறது. இதன் விளைவாக உயிர்ப்பொருள்களின் நிறை (mass) குறைகிறது. இது வளர்ச்சி நீக்கம் (degrowth) என்றழைக்கப் படுகிறது (Needham, 1942).

மாறுபாடடைதல் (differentiation) : இச் சொல் ஏதோ ஒரு வகையில் தெளிவற்றதாக இருக்கிறது. இது குறைந்தது இரு பொருள்பட உபயோகப்படுத்தப்படுகிறது. அதாவது விரிவான மிகவும் பொதுவான பொருள்படவும் மற்றொன்று குறுகிய பொருள்படவும் உபயோகப்படுத்தப்படுகிறது. விரிவான பொருளில் மாறுபாடடைதலில் செல்கள் அல்லது ஒரு விலங்கின் பாகங்கள் ஒன்றிலிருந்து மற்றொன்று வேறுபடுகிறது. அதோடு மட்டுமல்லாமல் அவைகள் முந்திய நிலைமைகளிலிருந்து முற்றிலும் மாறுபடுகிறது. உதாரணமாக நரம்புத்தட்டு (neural plate) முழுமையாக உருவாகிக் கொண்டிருக்கும் பொழுது அது மூலக் குடலின் (archenteron) கூறைப்பகுதியினால் தூண்டப்படுகிறது. அதனுடைய செல்கள் உத்தேச புறத்தோல் அடுக்கிலிருந்தும் (presumdtive-epidermis) நரம்புத் தகட்டைக்கொடுத்த கருக்கோள அடுக்குப் பாகங்களிலிருந்தும் (blastoderm) மாறுபடுகின்றன. இதை விரிந்த பொருளில் வளர்ச்சி முழுவதையும் கிட்டத்தட்ட மாறுபாடடைதல் செயல்முறைகள் என்றே கூறலாம். வளர் கருவின் செல்கள் அதன் முதல்நிலை எப்படி ஒன்றிலிருந்து மற்றொன்று வேறுபடுகிறது ? என்பதைப் பற்றிய அறிவும் ஆராய்ச்சியும் கிட்டினால் இந்த அறிவு வளர்ச்சியை முழுமையாகப் புரிந்துகொண்டதற்கு ஒப்பாகும்.

அதே நேரத்தில் மாறுபாடடைதல் (differentiation) என்ற பதம் குறுகிய பொருளில் உபயோகப்படுத்தப்பட்டால் அது திசுக்களின் மாறுபாடடைதலையே குறிக்கும் (histological). திசுக்களின் மாறுபாடடைதல் செய்முறைகளினால் விலங்கின் பாகங்கள் அவைகளின் தனிச்சிறப்பு வேலைகளைச் செய்யும் சக்தியை விரும்பிப்பெறுகின்றன என்பதாகும். பலசெல் விலங்குகளில் ஆராய்ச்சிக்கு இலக்காகி இருக்கும் பாகங்கள் செல்களையும் செல் தொகுப்புகளையும் கொண்டதாகும்.

இந்தச் சொற்பொருள் விளக்கத்தில் செல்களின் தனிச் செயல்கள் வாழ்க்கையின் அடிப்படைச் செயல்களிலிருந்து வேறுபட்டுக் காணப்படுகின்றன. இது எல்லா உயிர்வாழ் செல்களுக்கும் பொதுவானதாகும். ஒவ்வொரு செல்லும் வளர்சிதை மாற்றச் செயலைச் செய்யும் திறமையைப் பெற்றிருக்கிறது. (சுவாசித்தல், தொகுப்பு முதலிய பல). அவைகள் அமீபாய்டு இயக்க (amoeboid movement) வழியில் ஓரளவு அசைந்து கொண்டிருக்கின்றன. தொடு உணர்ச்சிக்குப் பிறவினை தோற்றுவித்தல் அல்லது கூறுணர்ச்சி (irriability) போன்றவைகளைக் காட்டுகின்றன. இந்தச் செயல்கள் மாறுபாடடைந்த செல்களிலும் காணப்படுகின்றன. இருப்பினும் மாறுபாடடைந்த

செல்கள் தனிச் செயல்களைச் செய்யும் திறமையைப் பெற்றிருக்கின்றன. ஆகையால், நரம்புச்செல்கள் நரம்புத்துள்ளல்களை (impulses) அதிவேகமாக அதிகதூரம் கடத்துகின்றன. கல்லீரல் செல்கள் பித்தநீரைச் (bile) சுரக்கின்றன (மற்றைய வேலைகளையும் சேர்த்து). வண்ணப்பொருள்களை உருவாக்கும் செல்கள் (melanophores) வண்ணத்தூள்களை (pigments) அவைகளின் சைட்டோபிளாசத்தில் தோற்றுவிக்கின்றன. இவைகள் நரம்புச் செல்கள், கல்லீரல் செல்கள், வண்ணச்செல்கள் ஆகியவற்றின் சிறப்புச் செயல்களாகும்.

வளர்கருவின் நரம்புத்தகடு பொதுவான வழியில் வேறுபாடடைந்தாலும் வளர்கருவின் மற்றைய பாகங்களிலிருந்து வேறுபட்ட பின்னும் திசுவியல் வழியில் இன்னும் வேறுபாடடையவில்லை. ஏனென்றால் அதனுடைய செல்கள் இன்னும் ஒரு நரம்புச் செல்லாகச் செயல்பட முடிவதில்லை.

தனிச்செயல்களைச் செய்யும் திறமை மாறுபாடடைந்த செல்களில் இருக்கும் தனி இயல் இயக்க இயந்திர நுணுக்கங்கள் (mechanism) அமைந்திருப்பதையே சார்ந்திருக்கிறது. இந்த இயந்திர நுணுக்கங்கள் சில சமயங்களில் செல்களின் நுண்ணுறுப்புகள் (organoids) வடிவில் காணக்கிடைக்கின்றன. அப்படிப்பட்டவைகள் முறையே தசைநார்கள் (myofibrils), தசைச் செல்கள் (muscle cells), மூச்சுக்குழாயின் எபித்தீலியச் செல்களின் நுண்ணிழைகள் (cilia), நரம்புச் செல்களின் நீண்ட வெளிவளர்ச்சிகள் போன்றவைகளாகும். இந்தச் செல்களின் உறுதியான தெளிவான புற அமைப்பியல் பண்புகளையும் மாறுபாடடைதல் (differentiation) என்றழைக்கலாம்.

இந்தப் பழக்கம் நேர்மையானது. ஏனென்றால் அவைகள் மாறுபாடடைதல் செய்முறைகளின் உண்மையான கண்ணிற்குப் புலப்படக்கூடிய வெளித்தோற்றங்களாக இருக்கின்றன. மற்றையத் திசுக்களில் மாறுபாடடைதல் செல்களின் இயல்பான அமைப்பை அவ்வளவாக வேறுபடுத்துவதன்மூலம் அறியப்படுவதில்லை. ஆனால், இந்தச் செல்கள் உற்பத்தி செய்யும் இடையீட்டு அமைப்புகளான இணைப்புத்திசு நார்கள் குருத்தெலும்பு மேட்ரிக்ஸ் (matrix) அல்லது இடையீட்டுப் பொருள் எலும்பு அடிப்படைப் பொருள் தோலின் வெளிப்பரப்பிலுள்ள கியூட்டிக்கிள் (முதுகெலும்பற்றவை) போன்ற இவைகளைத் தோற்றுவிப்பதிலிருந்து அறியப்படுகிறது. இந்தச் செல் வெளிப்பாகங்கள் (extra cellular) மாறுபாடடைந்தவைகளின் வெளிவளர்ச்சி

(differentiation) எனப்படும். இவைகளும் செல்களின் நுண்ணுறுப்புகள் என்ற கருத்து எப்படிப்பட்டதோ அதுபோலவே இதுவும் தோன்றுகிறது. செல்களின் தனிச்சிறப்பான வேலை சில பொருள்களைச் சுரப்பதேயாகும். இந்தப் பொருள்கள் எப்பொழுதும் திசுக்களின் நிலையான பாகங்களாக இருப்பதில்லை. ஆனால், அவைகள் வெளியேற்றப்படுகின்றன; அல்லது அதைச் சுற்றியிருக்கும் ஊட்டகத்தில் (medium) கரைக்கப்படுகிறது. இந்த எடுத்துக்காட்டில் சுரக்கும் துகள்கள் (granules of secretions) திசுக்களின் தயாரிப்பில் செல்களின் புற அமைப்பியல் செய்முறைகள் எடுத்துக்காட்டும் வெளிப்பொருள்களாகக் காணப்படுகின்றன.

திசுக்களாக மாறுபாடடைந்த செல்களின் செயல் இயந்திர நுணுக்கங்கள் சைட்டோபிளாசத்தில் இருக்கின்றன. ஆகையால் இயந்திரச்செயல் நுணுக்கங்கள் கட்டுக்கோப்புடன் அமைப்பது சைட்டோபிளாசத்திற்கும் உட்கருவிற்கும் (nucleus) உள்ள பரிமாண விதம் (volume) வேறுபடக் காரணமாக இருக்கிறது. செல்களின் உட்கருக்கள் அவைகளின் பழமை மாறாத பகுதியாகும். அவைகள் வளர்ச்சி ஆரம்பித்தவுடன் தன்னுடைய அடிப்படைப் பண்புகளில் மாறுபடுவதில்லை. விலங்கு உடலின் வெவ்வேறு பாகங்களில் அமைந்திருக்கும் எல்லாத் திசுக்களிலிருக்கும் உட்கருக்களும் ஒரே குரோமசோம்களையும், ஜீன்களையும் வைத்திருக்கின்றன என்று நம்பப்படுகிறது. மாறுபாடடைந்த செல்களில் புரோட்டோபிளாசத்தின் நிறை (mass) அதிகமாகிறது. அதே சமயத்தில் உட்கருவின் நிறை அதிகரிப்பதில்லை அல்லது சைட்டோபிளாச அதிகரிப்பு விகிதத்தில் (rate) அதிகரிக்கவில்லை. ஆகவே சைட்டோபிளாச நிறைக்கும் உட்கரு நிறைக்கும் உள்ளவீதம் மாறுபாடடைதலில் அதிகரிக்கிறது. இந்தவீதம் மாறுபாடடைதலின் தராதரத்தின் அளவுசார்ந்த தோராயமான மதிப்பீட்டைக் கொடுக்கிறது. இந்தவீதம் புற அமைப்புப் பாகங்களைக் கருத்தில் கொள்ளாமல் வேதியியல் பொருள்களைக்கொண்டு கணக்கிடப்பட்டால் இதைவிட இன்னும் சரியானதாகவே ஆக்கப்படலாம். உட்கருவின் அடிப்படைப் பொருள்கள் குரோமோசோம்களாகும். அவைகளில் அடிப்படைப் பொருள்களாக டீஆக்ஸிரைபோ நியூக்ளிக் அமிலம் (deoxy ribonucleic acid) இருக்கிறது. சைட்டோபிளாச நுண்அமைப்புகள் புரதத்தால் ஆக்கப்பட்டிருக்கின்றன. இதற்கு மேலும் செல்களின் செயல்படும் இயந்திர நுணுக்கத்திற்கு அடிப்படைப் பொருளான நொதிகள் (enzyme) புரதத்தால் ஆக்கப்பட்டிருக்கின்றன. ஆகவே, செல்களின் அடிப்படை

அமைப்பிற்கு டீஆக்ஸிரைபோ நியூக்ளிக் அமிலத்தின் அளவும், புரதத்தின் அளவும் முக்கியமானதாக இருக்கின்றன. வேறுபாடடைதலில் புரதத்திற்கும் டீஆக்ஸிரைபோ நியூக்ளிக் அமிலத்திற்கும் இடையிலிருக்கும் தொடர்புகளின் நேரடி அளவுகள் எதிர்பார்த்த அளவுகளுடன் ஒத்திருக்கிறது (Davidson and Leslie, 1950)

செல் பெருக்கத்தின் இயல் இயக்கங்கள் (Mechanism of cell Reproduction)

வளர்ச்சிக்கும் மாறுபாடடைதலுக்கும் இடையே உள்ள தொடர்புகளின் ஐயப்பாடுகளை நீக்கவேண்டுமானால் திசுவை வெளியில் வளர்க்கும் (tissue culture) முறையில் உபயோகப் படுத்தப்படும் நிலையான ஊட்டகத்தையும் (medium) அதில் வளர்க்கப்படும் செல்களையும் ஆராய்ச்சிக்கு எடுத்துக்கொள்வது எளிமையான, சிறந்த எடுத்துக்காட்டாகப் பயன்படுகிறது. அப்படிப்பட்ட நிலைமைகளில் விலங்கின் செல்கள் உருவளவில் அதிகரிக்கின்றன. மேலும், குறிப்பிட்ட இடைவெளிக்குப் பிறகு பிரிகின்றன. ஊட்டகங்களில் வளர்க்கப்படும் செல்களில் 10 மணிமுதல் 30 மணிநேர இடைவெளிகளில் பிரிவு நடைபெறுவதாகக் கூர்நோக்கால் காணப்பட்டிருக்கிறது. முறைமையான புதிய ஊட்டகம் வளர்செல்களுக்குக் கொடுக்கப்பட்டால் ஒரு செல்வம்சம் (strain) வளர்ந்துகொண்டிருக்கும்படியும் மேலும் உயிர்மப் பெருக்க வளர்ச்சியை முடிவின்றிச் செய்துகொண்டிருக்கும்படியும் வைக்கப்படலாம். கேரல் (Carrel) அவர்களும் அவருடன் இணைந்தவர்களும் ஒரு வம்ச நார் செல்களை (fibroblasts) 34 ஆண்டுகள் வளர்ந்து கொண்டிருக்கும்படி வைத்தார்கள். இந்த நிலைமைகளில் இரண்டு மறைமுகப் பிரிவுகளுக்கு இடையில் (mitosis) வளர்ந்து உடனடியாக இதற்குமுன் நிகழ்ந்த மறைமுகப் பிரிவின் சமயத்தில் வைத்திருந்த பண்புசார்ந்த (qualitative), அளவுசார்ந்த (quantitative) நிலைமைகளை அடைகிறது என்று உத்தேசிக்கப்படுகிறது. நாம் இந்தச் செய்முறைகளினால் பல நிலைகளைப் பிரித்தறியலாம்.

1. குரோமோசோம்கள் தாய்ச் செல்களிலிருந்த அதே நிலைக்குக் கொண்டுவரப்பட வேண்டும்.

2. உட்கருவின் புரதங்களும், சைட்டோபிளாசப் புரதங்களும் இருமடங்காக்கப்பட்டு அவைகளின் அளவு தாய்ச் செல்களில் இருந்த அளவுக்குச் சமமாகவே இருக்கவேண்டும்.

3. செல்களின் மற்றைய பகுதிப் பொருள்கள் அதற்கிசைந்தாற் போல மறுபடியும் நிறைவாக்கப்படவேண்டும்.

இந்த மூன்று நிலைகளும் முற்றிலும் வேறுபட்ட இயல்இயக்கங் களினால் திருப்தி செய்யப்பட்டால் அவைகளைத் தனித்தனியாக ஆராய்ந்தறிய வேண்டும்.

இந்தக் கோட்பாட்டிற்குச் சில அடிப்படையான தேவைகள் இருக்கின்றன. அவைகள் வளர்ச்சியின்பொழுது எல்லாச் செல் களுக்கும் மரபியல் செய்திகளின் முழு எண்ணிக்கை கொடுக்கப் படுகின்றன. ஆகையால் அவை குறைந்தபட்சம் இரண்டு சுருளுடைய டி.என்.ஏ. மூலக்கூறுகளின் ஒரு தசையையாவது வைத்தி ருக்கவேண்டும். ஆகவே, ஒவ்வொரு செல்லின் குரோமோ சோமிலும் டி.என்.ஏ. அளவு மீண்டும் மீண்டும் நடைபெறும் மறைமுகப் பிரிவினால் மாறாத அளவுடையதாக இருக்கிறது. இது நேரடி அளவுகளினால் உண்மையாகவே நிரூபிக்கப்பட்டிருக்கிறது. ஒவ்வொரு செல்லில் இருக்கும் இந்த அமிலத்தின் அளவு வேதி யியல் முறையிலோ அல்லது ஸ்பெக்டிராஸ்கோப் (spectroscope) முறையிலோ அளவிடப்படலாம். [நியூக்ளிக் அமிலம் கருநீல ஒளியை (ultra violet) உட்கிரகிக்கப்படுவதிலிருந்து அறியப்படு கிறது.] எல்லா விலங்கினங்களின் உடல் செல்களும் இரட்டை மயக் குரோமோசோம் தசைகளையும் (diploid set) அதே அளவு டி.என்.ஏ.வையும் வைத்திருப்பதாகக் காணப்படுகிறது. ஒரே விலங்கின் வெவ்வேறு பாகங்களின் உடல் திசுவின் செல்கள் ஒவ்வொன்றிலிருக்கும் டி.என்.ஏ.-யின் அளவு ஒன்றாகவே இருக் கின்றது.

இரண்டு மறைமுகப் பிரிவுகளுக்கிடையில் இந்த டி.என்.ஏ. அளவு இரட்டிப்பாக்கப்படுகிறது (doubled). ஏனென்றால் ஒவ்வொரு தலைமுறையில் கிடைக்கும் சேய்ச் செல்களிலும் (daughter cell) அதே அளவு டி.என்.ஏ. தான் இருக்கிறது (Swift, 1950). கதிர்வீச்சுப் பொருள்களினால் குறிக்கப்பட்ட டி. என். ஏ (radio actively labelled D.N.A.) மூலப்பொருள்களைக் கொண்டு செல்லின் வாழ்க்கைச் சுழலில் (life cycle) எந்தெந்தப் பகுதி களில் எந்தத்தருணத்தில் டி.என்.ஏ. தொகுக்கப்படுகிறது. என்பது மிகவும் சரியாக இருக்கும்படியாக உறுதிப்படுத்தப் பட்டிருக்கிறது. டி.என்.ஏ. மூலக்கூறுவை வெளியில் (invitro) பிரித்தெடுத்து அதனோடு வேறு மூலப்பொருள்களையும் டி.என்.ஏ. பாலிமிரேஸ் (D. N. A. polymerase). என்ற நொதியையும் ஒன்றிணைத்தால் சில மணித்துளிகளிலோ அல்லது அதற்கும் குறைவான நேரத்திலோ டி. என். ஏ. திரும்பிச் செய்யப்படு கிறது (replicate) என்று நம்பப்படுகிறது. இயல்பான குரோ மோசோமில் டி.என்.ஏ. மறுபடியெடுத்தல் (replication) நடை

பெறுவதற்கு அதிகமான நேரத்தையே எடுத்துக்கொள்கிறது. இதற்குக் காரணம் குரோமோசோம்களில் வெவ்வேறு பாகங்களில் திரும்பவும்படியெடுத்தல் வெவ்வேறு காலங்களில் நடைபெறுவதேயாகும். ஜீன்களின் தொகுப்புகள் அல்லது தனிப்பட்ட ஜீன்கள் வெவ்வேறு காலங்களில் திரும்பவும் படியெடுப்பதே இதற்குக் காரணம் ஆகும்.

இதன் விளைவாகக் குரோமோசோம்கள் இரட்டை (duplication) ஆக்கப்படுவதற்கு செல்லின் வாழ்க்கைச் சுழலில் அதிக நேரத்தை எடுத்துக்கொள்கிறது. செல் வாழ்க்கையின் இந்தப் பகுதிக்கு 'S படிவம்' என்று பெயர். இது இடைநிலையின் (interphase) இரண்டாவது பாகத்திற்கருகில் நடைபெறுவதாகக் காணப்படுகிறது. மறைமுகப்பிரிவு முடிந்தபின் உள்ள நேரடியான நிலைக்கு 'M படிவம்' என்று பெயர். இந்த நிலையில் உட்கரு (nucleus) டி.என்.ஏ. முன்னோடிப் பொருள்களை (precursors) எடுத்து இணைத்து ஒன்றுபடுத்துவதில்லை. ஆகவே புதிய டி.என்.ஏ.வை உண்டாக்கவில்லை. இதற்கு 'G_1 படிவம்' என்று பெயர். இந்தப் படிவத்தின் காலஅளவு செல் வாழ்க்கைச் சுழலின் நீளத்தைப் பொறுத்திருக்கிறது. ஆனால் எல்லா எடுத்துக்காட்டுகளிலும் பலமணி நேரங்களுக்கு நடைபெறுகிறது. இதைத் தொடர்ந்து வருவது 'S படிவம்'. இந்தப் படிவ காலத்தில் குரோமோசோமிலுள்ள எல்லா டி.என்.ஏ.க்களும் திரும்பச்செய்யப்பட்டுவிடுகிறது. இந்தப் படிவத்தின் நிகழும்காலம் மீண்டும் வேறுபடும் தன்மையுடையது. பலவகையான செல்கள் 6 முதல் 8 மணி நேரம்வரை எடுத்துக்கொள்கின்றன. டி.என்.ஏ. திரும்பவும் செய்யப்படுதல் முடிந்தவுடன் செல்கள் இரண்டாவது காலத்தில் (period) நுழைகின்றன. இந்தக் காலத்தில் புதிய டி என் ஏ. தோற்றுவிக்கப்படவில்லை. இந்தப் படிவத்தை G^2 என்று குறித்திருக்கின்றார்கள். இந்தநிலை இதையடுத்து இன்னும் இரண்டு மணிமுதல் ஆறு மணி நேரம்வரை நடைபெறுகிறது. இதனுடைய முடிவுகாலம் மறைமுகப்பிரிவின் (mitosis) ஆரம்பமாக இருக்கிறது. (Taylor, 1960; Kuyper Smets and Pieck, 1962; Prescott and Bender, 1963). செல்களை வளர்த்தல் முறையில் வளர்க்கப்பட்ட பலவகையான செல்களின் வாழ்க்கைச் சுழலில் (life cycle) ஒவ்வொரு படிவத்தின் காலநீளத்தைப் பார்க்கும்பொழுது ஏறத்தாழ எல்லாமே சரியாக இருப்பதைக் காட்டுகிறது.

இரட்டைச் சுருளுடைய டி. என். ஏ. மிகச்சிறிய மூலக்கூறுகள் (molecules) ஏன் தனித்தனியாகப்பிரிகின்றன ? ஏன் அவைகள் தங்களைக் குறிப்பிட்ட தருணத்தில் 'S'-ல் இருமடிப்

பாக்கிக் கொள்கின்றன ? என்ற கேள்விகளைக்கேட்டால் அதற்கு உண்மையாகவே விடையில்லை. ஆனால், வளர்ச்சியையும் செல்லின் பொதுவான பிரிவையும் தூண்டுகின்ற பலகாரணிகள் கண்டுபிடிக்கப்பட்டிருக்கின்றன. வளர்ச்சிக்கும், செல்பிரிவிற்கும் சாதகமான நிலைமைகள் டி.என்.ஏ. இரட்டிப்பாக்கப்படுவதற்கு நேரடித் தொடர்புடையவை என்று கூறுவதற்கில்லை. டி.என்.ஏ. இரட்டிப்பாவதற்கு மேலே குறிப்பிட்ட இரண்டுமே செயல் ஊக்கிகள் என்றும் கொள்வதற்கில்லை. டி என்.ஏ.யின் புதிய இணைந்து முழுமையாக்கவல்ல (complementary) நார்கள் தோற்றுவிக்கப்படுவதற்கு டி. என். ஏ பாலிமிரேஸ் நொதி இருக்கவேண்டும். பின்னால் கூறப்பட்டது புரதமாக இருப்பதால் அடுத்த தொகுதியில் அதைக் காண்போம்.

இரண்டாவது கருத்தை எடுத்துக்கொண்டால் அது வளர்கின்ற செல்களில் நொதிச் செயல்விளைவுகளைக்கொண்ட எல்லாப் புரதங்களும், புரதங்களின் தொகுப்புகள் (synthesis) நடைபெறுவதற்கும் பின்வரும் நிலைமைகள் தேவைப்படுகின்றன. அதாவது மெசஞ்சர் ஆர்.என்.ஏ., டிரான்ஸ்பர் ஆர்.என்.ஏ., ரைபோசோம்கள், முழு எண்ணிக்கையுள்ள அமினோ அமிலங்கள் முன்னோடிப் பொருள்கள் போன்றவைகளிருக்கவேண்டும். ஆகவே, தீவிர வளர்ச்சிக்குப் பெருமளவு ஆர்.என்.ஏ. சைட்டோபிளாசத்தில் இருக்கவேண்டியதாக இருக்கிறது. ஆர்.என்.ஏ. வின் அளவு எல்லாச் செல்களிலும் ஒரே அளவாக இருப்பதில்லை. வெவ்வேறு செல்களிலுள்ள ஆர்.என்.ஏ. வின் விகிதம் (ratio) டி.என்.ஏ. யின் விகிதத்திற்கு வேறுபடுகிறது. புரோட்டீன்களை உருவாக்கிக் கொண்டிருக்கும் நிகழ்ச்சியில் ஈடுபட்டிருக்கும் செல்களில் ஆர். என்.ஏ.யின் அளவு மிகமிக அதிகமாக இருக்கிறது என்றறியப்பட்டிருக்கிறது. இவைகளுக்கு உதாரணம் விரைந்து வளர்கின்ற செல்களும் கணையச்சுரப்பிச் (pancreas) செல்களும் ஆகும். வளர்ச்சியை முடித்துக்கொண்ட செல்களில் ஆர்.என்.ஏ. செயலை இழந்து விடுகிறது. இது சில திசுக்களின் வளர்ச்சியிலிருப்பதாக வெளிப்படையாகக் காட்டப்படுகிறது. இவற்றில் தாய்ச் செல்களின் வளர்ச்சியும், செல் பெருக்கமும் சில தனிப்பட்ட திசு வழி மாறுபாடடைதலுக்கு முன்கூட்டியே நடைபெறுகிறது. மாறுபாடடைந்த செல்கள் வளர்ச்சியையும் பிளவுபடுதலையும் இழந்து விடுகின்றன. இதற்கெடுத்துக்காட்டு இரத்தச் சிவப்பணுக்களும், எலிகளின் நிலையாக வளரும் பற்களும் ஆகும். இங்கே பற்காழ் (dentine) பல்லின் வேர் பாகத்திலிருக்கும் செல்பெருக்கம் செய்யும் செல்களின் தொகுப்பிலிருந்து நிரந்தரமாக உண்டாக்கப்படுகிறது. எந்த அடிமூலச் செல்களிலிருந்து இரத்தச் சிவப்

பணுக்கள் முடிவாகத் தோற்றுவிக்கப்படுகின்றனவோ அந்த அடிமூலச் செல்களின் ஆர். என். ஏ. இன் அளவு 5 சதவீதமாக இருக்கிறது. மாறுபாடடைதல் முன்னேறிச் செல்லச்செல்ல ஆர். என். ஏ. யின் சதவீதம் ஏறக்குறைய பூச்சியத்தையே அடைந்து விடுகிறது (Thorell, 1947).

இதற்கு மாறாகச் செல்கள் அதிதீவிர வளர்ச்சியையும் செல் பெருக்கத்தையும் அடையும்படித் தூண்டப்பட்டால் ஆர். என். ஏ. இன் சதவீதம் அதிகமாகின்றது. மாறுபாடடைந்த செல்கள் வெட்டியெடுக்கப்பட்டு வெளி ஊட்டகத்தில் வளரும்படி செய்தால் (invitro) இது நிகழ்கின்றது. கோழி இதயத் திசுவினை வெட்டி எடுத்து வெளி ஊட்டகத்தில் வளர்க்கப்பட்டவைகளிலிருந்து ஆர். என். ஏ. இன் அளவை அளந்தறிந்திருக்கிறார்கள். மேலும் ஆர்.என்.ஏ. இன் அளவை டி. என். ஏ இன் அளவுடன் ஒப்பிட்டிருக்கிறார்கள். இந்த அளவுகள் ஒவ்வொரு செல்லிலும் மாறு மதிப்பளவையுடையதாக இருக்கின்றன. அளவுகள் திசுவை வெட்டியெடுக்கும்பொழுது ஆர். என். ஏ. இன் அளவு டி. என். ஏ. இன் அளவைவிட ஏறத்தாழ இருமடங்காக இருந்தது என்றும், ஆனால், நான்கு நாள்கள் வெளிவூட்டகத்தில் வளர்த்தபின் டி.என்.ஏ. இன் அளவு ஐந்து மடங்காக உயர்ந்தது என்பதையும் காட்டுகின்றன (Davidson and Leslie, 1950).

இதற்கு முன்னால் கிடைத்த எல்லாப் பட்டியல்களும் முக்கியமாக ரைபோசோம் ஆர். என். ஏ. வைக் குறிக்கின்றது. ஆனால், மெசஞ்சர் ஆர். என். ஏ. அளவைப்பற்றி மிகமிகக் குறைந்த பட்டியல்களே கிடைத்திருக்கின்றன. அதேபோல் வெவ்வேறு மாதிரிச் செல்களிலிருக்கும் டிரான்வர் ஆர். என். ஏ. வின் அளவைப்பற்றியும் மிகக்குறைந்த பட்டியல்களே கிடைத்திருக்கின்றன. மெசஞ்சர் ஆர். என். ஏ. இன் வாழ்க்கை குறுகிய காலஅளவு உடையதாக இருக்கிறது. இரண்டு மறைமுகப்பிரிவின் இடைக்காலத்தில் வளர்கின்ற செல்லில் எல்லாமல்லாமல் பெரும்பான்மையான மெசஞ்சர் ஆர். என். ஏ. உபயோகப்படுத்தப்படுகிறது. இந்த மெசஞ்சர் ஆர்.என்.ஏ. இந்த இடைக்காலத்திலேயே உண்டாக்கப்பட்டிருக்கவேண்டும் என்று அனுமானிக்கப்படுகிறது. கதிரியக்கக் குறியீடுகளை (radioactive tracers) உபயோகப்படுத்திக் குரோமோசோம்களில் ஆர்.என்.ஏ. தொகுக்கப்படவில்லையென்று காட்டப்பட்டிருக்கிறது. குரோமோசோம்கள் அப்பொழுது நன்றாகக் கடினமான முறுக்கேற்றம்பெற்றுச் சுருங்கிய வடிவில் இருக்கின்றன. அதாவது பிந்திய புரோஃபேஸ்ஸிலிருந்து (late prophase) டீலோஃபேஸ் மையம்வரை அதே நிலையிலேயே இருக்

கின்றன. ஆர். என். ஏ. இன் தொகுப்பு பின்தங்கிய டீலோஃபேஸில் திரும்பவும் துவங்குகிறது. இப்பொழுது குரோமோசோம்களின் முறுக்கேற்றம் நீக்கப்படுகிறது. இந்த முறுக்கேற்ற இழப்பு, இடைநிலை (interphase) வழியாகச்சென்று படிப்படியாகக் குறைந்து புரோஃபேஸ் காலத்தில் முடிவாக நின்று விடுகிறது (Taylor, 1960 ; Prescott and Bender, 1962).

ஆர். என். ஏ. முன்னோடிகள் (pre-cursors) ஆரம்பத்தில் உட்கருவில் மட்டும் இணைந்து ஒன்றுபடுத்தப்படுகின்றன. இஃது ஆர். என். ஏ. தொகுப்பு உட்கருவில் மட்டும் நடைபெறுகின்றது என்பதைக் காட்டுகிறது. சிலகாலம் கழித்துப் புதிதாகத் தொகுக்கப்பட்ட ஆர். என். ஏ வெளியே கடத்தப்பட்டு சைட்டோபிளாசத்திற்கு வருகின்றது. ஆர். என். ஏ. உட்கருவிலிருந்து சைட்டோபிளாசத்திற்குக் கடந்து செல்வதற்குக் கிட்டத்தட்ட 20 முதல் 60 நிமிடங்கள்வரை எடுத்துக்கொள்கிறது. எவ்வாறிருப்பினும் புரோஃபேஸ் முடிவுறும் காலத்தில் உட்கருவிலிருந்து ஆர். என். ஏ. மிகவிரைவில் வெளியேற்றப்படுகிறது. எஞ்சியிருக்கும் உட்கரு ஆர். என். ஏ. இன் பெரும்பகுதி குறுகிய காலத்தில் சைட்டோபிளாசத்திற்கு அனுப்பிவைக்கப்படுகிறது.

ஆர்.என்.ஏ. தொகுப்பு 'S படிவம்' நடைபெற்றுக் கொண்டு இருக்கும்பொழுது நிறுத்தப்படுவதில்லை. இப்பொழுது குரோமோசோம் டி.என்.ஏ.-ல் நேர்படி எடுத்தல் (replication) நடைபெற்றுக் கொண்டிருக்கிறது; இருந்தபோதிலும் ஆர்.என்.ஏ. தொகுப்பு குறைக்கப்படலாம். அதேபோல் எந்தப் புள்ளிகளில் டி.என்.ஏ. நேர்படி எடுத்தல் (replicate) நடைபெற்றுக்கொண்டிருக்கிறதோ, அப் புள்ளிகளில் ஆர்.என்.ஏ. தொகுப்பு நடைபெறுவதில்லை (Prescott and Kimball, 1961). 'S' படிவத்தில் எந்த ஒரு நேரத்திலும் குரோமோசோம்களிலுள்ள ஜீன்களின் பாகங்கள் மட்டுமே நேர்படி எடுத்தல் செய்முறைகளில் இருக்கின்றன. ஆகையால் ஆர்.என்.ஏ. உருவாக்குவதற்கு மூலப்படிவங்களாக அல்லது டெம்பிலேட்டுகளாகப் (templates) பயன்படுத்தப்படுகின்றன. இருப்பினும் ஆர்.என்.ஏ. தொகுப்பு குரோமோசோம்களில் நீர் நீக்கப்பட்டுக் குட்டையாக்கப்பட்ட நிலையில் முழுமையாகத் தடைப்படுத்தப்படுகிறது. மறைமுகப்பிரிவின்பொழுது ஆர்.என்.ஏ. தொகுப்பு தடைப்பட்டிருந்தபோதிலும் புரதத்தின் தொகுப்பு குறைக்கப்பட்ட நிலையிலும், வீதத்திலும் நடைபெற்றுக் கொண்டிருக்கிறது. இது குறியீடு பெற்ற ஹிஸ்டிடைன் (histidine) தொடர்ந்து இணைந்து ஒன்றுபடுத்தப்படுவதிலிருந்து தெரியவருகிறது. இந்தப் புரதத்தொகுப்பு இதற்கு முன்னுள்ள

நடைபெற்ற இடைநிலையில் (interphase) தோற்றுவிக்கப்பட்ட மெசஞ்சர் ஆர்.என்.ஏ. சைட்டோபிளாசத்தில் உயிர்வாழ்வதனுலேயே நடைபெறுகிறது.

மூன்ருவது கருத்தை எடுத்துக்கொண்டால் செல்களிலுள்ள புரதமற்ற உள்ளார்ந்தப் பகுதிப் பொருள்களின் தொகுப்பு டி.என்.ஏ. வை நேரடியாகச் சார்ந்திருக்கவில்லை என்பதை மெய்யெனக்காட்டுகிறது. ஆனுல், நொதிகளால் சரிப்படுத்தப்படுகிறது. நொதிகள் மெசஞ்சர் ஆர்.என்.ஏ. மூலப்படிவங்களின் (templates) மேலும் ரைபோசோம்களின் கூட்டுச் செயலாலும் உருவாக்கப்படுகின்றன. புரதங்கள் மிக அதிக அளவில் உற்பத்தி செய்யப்படுவதில்லை. ஆகவே, மறைமுகப் பிரிவிலிருந்து தோன்றும் ஒரு செல் தன்னுடைய தாய்ச் செல்லிலிருந்து போதிய அளவு நொதிகளையும் மரபுவழியில் பெற்றிருக்கக்கூடும். மேலும் தொகுப்புச் செய்முறைகளைத் தொடர்ச்சியான வழியில் நடாத்திச் செல்லும் திறமையும் பெற்றிருக்கிறது. சைட்டோபிளாசத்தில் தொகுக்கப்படும் புரதமற்ற உள்ளார்ந்த செல்பொருள்கள் நியூக்ளிக் அமில முன்னுேடிப்பொருள்களாக இருக்கின்றன. அதாவது ஃபாஸ்போரையோ நியூக்ளியோடைடுகளும் தேவையற்ற அமினுே அமிலங்களும் ஆகும். விலங்கு இனங்களால் தொகுக்கமுடியாத அடிப்படையான அமினுேஅமிலங்கள் சூழ்நிலையிலிருந்து சுத்தமாகத்தயாரிக்கப்பட்டு அவைகளுக்குக் கொடுக்கப்படவேண்டும்.

மாறுபாடடைதலுக்குச் செல் இனப்பெருக்கத்தின் தொடர்பு (Relation of Cell Reproduction to Differentiation) : பால் இனப்பெருக்கச் செய்முறைகளிலும் சூழ்நிலைக்காரணிகள் சில மாறுபாடுகளை ஏற்படுத்துகின்றன என்ற கட்டுப்பாட்டுடன் ஒருசெல் உயிரிகளின் இனப்பெருக்கம் திசுவை வெளியில் வளர்த்தல் (tissue culture) போன்றவைகள் பலசெல் உயிரிகளின் செல்கள் எவ்வாறு இனப்பெருக்கமும் வளர்ச்சியும் செய்யும் செய்முறைகளையே பெரிதும் ஒத்திருக்கிறது. அதாவது சேய்ச்செல்கள் முடிவில் தாய்ச்செல்லையே ஒத்திருப்பதாகின்றன. ஆயினும் இதேமுறை இனப்பெருக்கத்தையும் வளர்ச்சியையும் நீண்டகாலம் வைத்திருப்பதில்லை. ஆனுல், முடிவில் ஆரம்பநிலையிலிருந்து அவைகள் ஒன்றுக்கொன்றும் மாறுபடுகின்றன (Holtzer, 1963). இந்த வேறுபடும்நிலைதான் மாறுபாடு அடைதலுக்கு அடிப்படையாக இருக்கிறது. பொதுவாக ஒரு உயிரியின் வளர்ச்சி வரலாறு (ontogeny) இந்தக் கருத்தின் அடிப்படையில் கருதினுல் அது பிளவிப்பெருகலில் தோன்றி மூலக்கரு அடுக்குகளையும் உறுப்புகளின் அடிமூலக்கூறுகளையும் தோற்றுவிப்பதில் முடிவடைகிறது.

குறிப்பாக உறுப்புகளின் அடிமூலக்கூறுகளில் ஆரம்பத்தில் ஒரு உறுப்பாக வைக்கப்பட்டிருக்கும் செல்களோ, கருவின் பாகங்களோ மறைமுகப் பெருக்கமுறையில் உயிர்மப்பொருள் களைப் பெருக்கும்நிலை காணப்படுகிறது. சிறிது காலத்திற்குப் பின் செல்ப்பிரிவு நின்றுவிடுகிறது. உறுப்புகளின் அடிமூலக் கூறுவின் செல்கள் மாறுபாடடைய ஆரம்பிக்கின்றன (Wessells and Rutter, 1968). இதுபோன்ற செயல்கள் நரம்புமண்டல வளர்ச்சியிலும் கணையத்தின் வளர்ச்சியிலும், பலவகையான மற்றைய உறுப்புகளின் வளர்ச்சியிலும் காணப்படுகின்றன. பல எடுத்துக்காட்டுகளில் ஒரு உறுப்பின் பாகங்களிலுள்ள செல்களே வேறுபாடடைகின்றன. அதே நேரத்தில் மாறுபாடடையாத எஞ்சியுள்ள செல்கள் வளரும் செயலையும் மறைமுகப்பிரிவு மூலம் இனப்பெருக்கம் செய்யும் செயலையும் தங்கவைத்துக் கொள்கின்றன. ஆகவே, புதிய செல்கள் உண்டாக்கப்படு கின்றன. இந்தச் செல்கள் மாறுபாடடைதல் செய்முறை களோடு இணைந்து செயல்படவும் முடியும். முதுகெலும்புள்ள வைகளில் எபித்திலிய அடுக்கில் உற்பத்தி எபித்திலிய அடுக்கு (generative epithelial layer) அதுபோன்ற எஞ்சியுள்ள மாறுபாட டையாத செல்களைப் போன்று இருக்கிறது. எலும்புகளில் மாறு பாடடைந்த செல்கள் [எலும்புருவாக்கும் செல்கள் (osteocytes)] வளர்வதுவும் பிளவுபடுவதுமில்லை. ஆனால், அதைச் சுற்றி அமைந் திருக்கும் பெரிஆஸ்டியம் (periostium) அல்லது எலும்பு சூழ்உறைச் செல்கள் தொடர்ச்சியாகப் பிரிந்து அதிகப்படியான எலும்பு சூழ் உறைகளைத் தோற்றுவிக்கின்றன. குடலில் மாறுபாடடை யாத செல்களின் சேமிப்பும், மறைமுகப்பிரிவு வழியில் பிரிவுறும் செல்களும் குடல்மேட்டின் (intestinal crypts) முனைப்பகுதியில் காணப்படுகின்றன. முடிவில் இரத்தச்செல்கள்—குறிப்பாகச் சிவப்பணுக்கள் (erythrocytes) மாறுபாடடைந்த—பிளவுபடாத செல்கள் அவைகளின் வளம் சிவப்பணுக்களை உற்பத்தி செய்யும் திசுக்களிலிருக்கும் (erythropoietic) மாறுபாடடையாத செல் களின் உயிர்மப்பெருக்கங்களிலிருந்து தொடர்ச்சியாக மீட்டு வளப்படுத்தப்படவேண்டும்.

செல்களின் மாறுபாடடையாத உயிர்மப்பெருக்கம் (proliferating) செய்து கொண்டிருக்கும் செல்கள் உயிர்மப்பெருக்கம் செய்யாத மாறுபாடடைந்த செல்களாக மாற்றப்படுவது திடீ ரென்று நடைபெறுவதாக இருக்கலாம். இந்த மாறுநிலை ஓரிரு மணிநேரங்களில் நடைபெற்றுவிடமுடியும். ஆனால், இந்த மாற் றங்களில் ஏதோ சில சிக்கல்கள் இருக்கின்றன. இவைகள் மனதில் இருத்தப்படவேண்டியவைகள். இந்தச் சில சிக்கல்களை மூன்று வகைகளாகப் பிரிக்கலாம்.

1. சில திசுக்களிலுள்ள செல்கள் வெளிப்படையாக மாறுபாடடைதல் படிவத்தை (phase) அடைந்தபின் சிலகாலம்வரை மறைமுகப்பிரிவு முறையில் தொடர்ந்து பிரிந்து கொண்டேயிருக்கின்றன. இதற்கு உதாரணம் ஹயலின் குருத்தெலும்புத் திசுச் செல்களாகும். ஹயலின் குருத்தெலும்புத் திசுச்செல்கள் குருத்தெலும்பு இடையீட்டுப் பொருளினால் (natrix) சூழப்பட்டிருந்த போதிலும் அவைகள் பலமுறை பிரிகின்றன. ஹயலின் குருத்தெலும்புச் செல்களைச் சூழ்ந்து காணப்படும் குருத்தெலும்பு இடையீட்டுப்பொருள் (natrix) குருத்தெலும்புச் செல்கள் மாறுபாடடைந்ததற்கு வெளிப்படையான குறியீடாக இருக்கிறது. அதேபோல் இணைப்புத்திசுவின் நாரிழைச் செல்கள் (fibro blasts) உயிர்மப்பெருக்கம் செய்யும் திறனைப் பெற்றிருக்கிறது என்று கருதப்படுகிறது. ஆனால், அவைகள் ஏற்கெனவே இணைப்புத் திசு நார்களினால் சூழப்பட்டிருக்கின்றன. இந்த இணைப்புத்திசு நார்கள் அவைகளின் சுரப்புச்செயலின் விளைபொருளாக இருக்கின்றன.

2. சில மாறுபாடடைந்த செல்கள் மறைமுகப்பிரிவு மூலம் பிளவுபடும் திறமையை இழந்துவிட்டபோதிலும் வளர்ச்சியுறும் திறமையைத் தங்கவைத்துக்கொள்கின்றன (வடிவில் பெரியதாகல்). இதற்கு மிகச்சிறந்த எடுத்துக்காட்டு நரம்புச் செல்களாகும். இவைகள் ஒருபொழுதும் பிரிவதில்லை. ஆனால், பிரிதல் நிறுத்தப்பட்டவுடன் எண்ணத்தக்கப் படிநிலைவரை நரம்புச் செல்கள் வடிவளவில் பெருகி முடிவில் முதுகெலும்புடையவைகளின் மிகப்பெரிய செல்களாக ஆகிவிடுகின்றன. ஆனால், இது முட்டை மூலச் செல்களைவிட வடிவளவில் சிறியதே (oocyte). சில முதுகெலும்பற்றவைகளில் குறிப்பாக உருளைப்புழுக்களில் (nematodes) செல் பிளவுகள் வளர்ச்சியின் இளநிலைகளோடு நிறுத்தப்பட்டுவிடுகின்றன. ஆனால், இது இனச்செல்களில் (gonads) நடைபெறுவதில்லை. ஆனால், உடலின் மிக அதிகமான வளர்ச்சி உடலிலுள்ள ஒவ்வொரு செல்லின் பரிமாணம் அதிகப்படுவதாலேயே நடைபெறுகிறது.

3. மறைமுகப்பிரிவு நிறைவுற்றபின் சில செல்களில் குரோமோசோம்களின் எண்ணிக்கை பல்மயம் (polyploid) ஆக்கப்பட்டச் செல்களால் தனிச்சிறப்பு வாய்ந்த வளர்ச்சிமுறை காட்டப்படுகிறது. இந்தச் செல்களின் ஜீனோம் (genome) இருமடங்காக்கப் படுகிறது. இவ்வாறு ஜீனோம் ஒருமுறை அல்லது பலமுறை இருமடங்காக்கப்படும்பொழுது செல்கள் பிரிவதில்லை. இது பொதுவாகப் பூச்சிகளில் அல்லது அறுகாலிகளில் காணப்படுகிறது. ஆகவே, இவற்றில் இராட்சசச் செல்கள் உருவாகின்றன. இந்தச்

செல்களில் இயல்பான டி.என்.ஏ. இழைகள் பலமுறை இரட்டிக்கப் படுவதால் இராட்சசக் குரோமோசோம்களையும் கொண்டு இருக்கின்றன. (பலப்பூச்சி, இரு சிறகுடையயவைகளின் உமிழ்நீர்ச் சுரப்பிகளில் இருப்பதைப்போல்) முதுகெலும்புடையவைகளில் சில கல்லீரல் செல்கள் இரண்டுமடங்கு டி.என்.ஏ.யின் அளவைக் கொண்டிருக்கின்றன. ஆகவே, அவை நான்குமயமாக (tetra polid) ஆக இருக்கக்கூடும் என்று கருதப்படுகிறது. எலும்பு மச்சையில் உள்ள பெரிய காரியோசைட்டுகளும் (mega karyocytes) இரத்தத் தட்டுகளை உற்பத்திசெய்யும் பெரிய காரியோசைட்டுகளும் பல் மயம் (polyploid) கொண்டவைகள் என்று நம்பப்படுகிறது. இந்தச் செல்கள் பலதசைக் குரோமோசோம்களைக் கொண்டிருக்கின்றன என்றோ அல்லது குரோமோசோம்களிலுள்ள இழைகள் பலமுறை இரட்டிக்கப்படுகின்றனவா? என்றோ அறியப்படவில்லை. இந்தச் செல்கள் பிரிவதில்லை. அவைகளின் குரோமோசோம்கள் இடைநிலைக் காலங்களில் புலப்படுவதில்லை.

மாறுபாடடைதல்
(DIFFERENTIATION)

மாறுபாடடைதலின் வேதியியல் அடிப்படை (The Chemical Basis of Differentiation) : செல் எந்த விதத்தில் மாறுபாடடைந்தாலும், இச் செயல் செல்லின் உள்ளார்ந்த வேதியியல் அமைப்பை அடிப்படையாகக்கொண்டேயிருக்கிறது. ஒவ்வொரு எடுத்துக் காட்டிலும் செல்களின் செயல்கள் ஏதோ ஒருவிதமான பொருள்களின் உற்பத்தியாகவே இருக்கின்றது. இந்தப் பொருள்கள் செல்களுக்குத் தேவைப்படும் மூலக்கூறுகளாக இருக்கலாம் அல்லது சுரப்புப்பொருள்களாகவும் இருக்கலாம். இந்தச் செயல்விளைவு நடைபெறவேண்டுமானால் சில குறிப்பிட்ட தனித்தன்மையுடைய நொதிகளோ அல்லது நொதிகளின் கூட்டமைவுகளோ காரணமாக இருக்கவேண்டும். செல்களின் உற்பத்தி செய்யப்படுகின்ற பொருள்கள் பலவகைப்பட்டதாக உள்ளமையால் அதற்கிசைந்தாற்போல் பலவகையான நொதிகளின் இணைப்பாக்கமும் ஒதுக்கங்களும் (assortment) வெவ்வேறு திசுச் செல்களில் இருக்கவேண்டுமென்று கருதப்படுகிறது. ஆகவே, **மாறுபாடடைதல் என்றால் தனிச்சிறப்புடைய நொதி மாதிரிகளைத் தோற்றுவிப்பதாகும்** என்றுக் கருதப்படலாம் (Spiegelman, 1948; Boell, 1948-1955).

எல்லா நொதிகளும் புரதங்கள் என்று அறியப்பட்டிருக்கிறது. ஆகவே மாறுபாடடைதல் என்றால் தனிச்சிறப்புடைய புரத மாதிரிகளைத் தோற்றுவிப்பதாகும் என்று பொருள்

கொள்ளலாம். இந்தக் கருத்து மிகவும் பொதுவானதாகும். இந்த வார்த்தைகள் நொதிப் பண்புகளைக் கொண்ட புரதங்களை மட்டுமல்லாமல் நொதித் தன்மையற்ற புரதங்களையும் இணைத்தே பொருள் கொள்ளலாம். பின்னதைச் சார்ந்த புரதங்கள். பெரும்பாலும் அமைப்புப் புரதங்களாகும் (structural proteins). இந்த அமைப்புப் புரதங்கள் குறிப்பாக சில மாறுபாடடையும் செல்களிலும், திசுக்களிலும் அதிக அளவில் வெளிப்படையாகத் தெரிகின்றன. சில அமைப்புப் புரதங்கள் நிலையாகச் செல் களினுள் இருக்கின்றன (intracellular). உதாரணமாக கிராட்டின் (keratin) என்பது நிலவாழ் முதுகெலும்களின் புறத்தோல் அடுக்குச் செல்களினுல் உருவாக்கப்பட்டு செல்களுக்குள்ளேயே வைக்கப்பட்டிருக்கிறது. மற்றைய புரதங்கள் செல்களினுல் உற்பத்தி செய்யப்பட்டபோதிலும் முடிவில் செல்களை விட்டு வெளியேற்றப்படுகின்றன. இவைகள் செல்களின் இடைவெளிகளில் (intercellular spaces) நிறைக்கப்படுகின்றன அப்படி வெளியேற்றப்படும் புரதங்களில் கொல்லாஜனைப்பற்றி நன்ருக அறியப்பட்டிருக்கிறது.

ஏனைய கரிமப்பொருள்களான (organic) கொழுப்பு, சர்க்கரைப் பொருள்கள் போன்றவைகள் தனியாகவோ, அல்லது புரதத்துடன் இணைந்தோ செல்களின் வாழ்க்கைச் சுழலில் மிக மிக முக்கியமான பங்கை வகிக்கின்றன. ஆனுல், இந்த இரண்டு கரிமப்பொருள்களுக்கும் புரதத்திற்கும் இடையில் மிக முக்கியமான சில வேறுபாடுகள் இருக்கின்றன. சர்க்கரைப் பொருள்களின் தொகுப்பும், கொழுப்புப் பொருள்களின் தொகுப்பும் மேலும் சில சிறு நுண்கூறுகளின் தொகுப்பும் (உ-ம். கரிம அமிலங்கள், அமினேஅமிலங்கள்) நொதிகளின் அல்லது நொதி மண்டலங்களின் செயலுக்குட்பட்டுத் தொகுக்கப்படுகின்றன. இந்த நொதிகள் இயற்கையில் புரதங்களை ஒத்திருக்கின்றன. ஒரு செல்லிலுள்ள ஏதோ ஒரு புரதத்தின் மாதிரி கொடுக்கப்பட்டால் மற்றைய தொகுப்புப் பொருள்களை (components) புரதங்களின் நொதிச் செயல்களைக்கொண்டு நிர்ணயிக்கமுடியும். (உண்மையில் சூழ்நிலை நிலைமைகளும் ஒரே நிலையாக இருக்க வேண்டும். தேவையான முன்னேடிப்பொருள்களும் நிறைந்திருக்கவேண்டும்).

இதற்கு மாருகச் செல்களினுடைய புரதங்கள் மற்றைய புரதங்களின் செயல்களினுல் உருவாக்கப்படவில்லை; ஆனுல், அவைகள் நியூக்ளிக் அமிலங்களின் நேரடிக் கட்டுப்பாட்டிற்குட்பட்டு தொகுக்கப்படுகின்றன. உடனேயே செல்களின் புரதங்கள் அமைப்பு குரோமோசோமிலுள்ள டி. என். ஏ.யில் இருக்

கும் நைட்டிரஜன் காரங்களின் தசைகள் எந்த வரிசைமுறையில் அமைக்கப்பட்டிருக்கின்றனவோ அந்த வரிசை முறையே செல்லி லுள்ள புரதங்களின் அமைப்பை நிர்ணயிக்கின்றது.

புரதத்தின் அமைப்பை நிர்ணயிக்கும் ஜீன்கள் (ஹீமோகுளோபின்) (Genes Determining Protein Staucture : The Hemoglobins)- ஜீன் அமைப்பிற்கும், புரதத்தின் அமைப்பிற்கும் உள்ள தொடர்பை ஹீமோகுளோபினில் முழுமையாக ஆராய்ந்து அறிந்திருக்கிருர்கள். மனித இரத்தச் சிவப்பணுக்களிள்ள ஹீமோ குளோபின்தான் முக்கியமாக ஆராய்ந்தறியப்பட்டிருக்கிறது.

வேதியியல் பகுப்பாராய்ச்சி முறைகளைக்கொண்டும் X கதிர் களின் சிதைவு (X ray diffraction) முறைகளைக்கொண்டும் மனித ஹீமோகுளோபின் மூலக்கூறுவின் (molecule) அமைப் பாக்கத்தின் முழுப்படத்தையும் அடைவது சாத்தியக்கூருக இருக்கிறது. ஹீமோகுளோபின் A மனித இரத்தத்திலுள்ள ஹீமோகுளோபினில் 95 சதவீதமாக இருக்கிறது. இதனுடைய மூலக்கூறுவின் (molecule) எடைமானம் ஏறக்குறைய 65,000 இருக்கிறது. இந்த மூலக்கூறு சிக்கலானது. நான்கு உப அல்லது துணைத்தொகுதிகளைக் (sub-units) கொண்டிருக்கிறது. அங்கே இரண்டு சர்வசமமான 'α' துணைப்பகுதிகள் இருக்கின்றன. மேலும் சர்வ சமமான இரண்டு துணைப்பகுதிகள் இருக்கின்றன. இந்த மூலக்கூறு முழுவதும் ஏறத்தாழ வட்டவடிவமாக இருக் கிறது. ஒவ்வொரு மூலக்கூறுப்பகுதியும் (sub unit) ஒரு பாலிப் பெப்டைடு சங்கிலியாக இருக்கிறது. இந்த பாலிபெப்டைடு சங்கிலிகளின் மூன்று கோணப்பார்வை வழியான அமைப்பில் சிக்கலான முறையில் மடிக்கப்பட்டிருக்கிறது. இதோடு தட்டு வடிவமான (dis shaped) ஹீம் (haem) தொகுதி (group) இணைக்கப் பட்டிருக்கிறது. இந்த ஹீம் என்ற தொகுதியின் நடுமையத்தில் ஒரு இரும்பு அணு இருக்கிறது. இந்த இரும்பு அணுதான் பிராணவாயு ஹீமோகுளோபினுடன் இணைக்கப்படுவதற்குப் பயன்படுகிறது. பாலிபெப்டைடு சங்கிலி பல எண்ணிக்கையுள்ள அமினோ அமிலங்களைக் கொண்டிருக்கிறது. இந்த அமினோ அமிலங்கள் யாவையும் பெப்டைடு இணைப்பு (peptide bond) முறை யில் இணைக்கப்பட்டிருக்கிறது. இரண்டு துணைப்பகுதிகளின் அமைப்பும், அமினோ அமிலங்களின் வரிசைக்கிரமமும் அறியப் பட்டுவிட்டது. 'α' துணைப்பகுதி 'ஹீம்' தொகுப்புகளை நீக்கி 141 அமினோ அமிலங்களைக்கொண்டிருக்கிறது. 'β' துணைப்பகுதி 146 அமினோ அமிலங்களைக் கொண்டிருக்கிறது (Perutz, 1961).

மனிதனில் 'A' என்ற சாதாரண ஹீமோகுளோபினுக்கும் மேலாக மற்ற வகையான ஹீமோகுளோபின்களும் காணப்படு

கின்றன. ஜீன்களின் செல்கள் அடிப்படையில் முக்கியமடைந்தது ஹீமோகுளோபின் 'S'ம் ஹீமோகுளோபின் Cம் ஆகும். வளைந்த செல்ச்சோகை அல்லது வளைந்த செல் அனீமியா (sickle-cell anemia) என்ற தலைமுறை தலைமுறையாகக் கடத்தப்படும் இந்த நோய் கொண்ட மனிதர்களில் 'S' ஹீமோகுளோபின் காணப்படுகிறது. இந்த நோய் சிலசமயங்களில் இறப்பும் நேரிடும்படி செய்யக் கூடும். வளைந்தசெல் அனீமியா நோயால் பாதிக்கப்பட்டவர் களின் குருதியிலுள்ள சிவப்பணுக்கள் சுருங்கிய—முறையற்ற வடிவுடையதாகவும் வளைந்த அரிவாளை ஒத்தும் காணப்படு கின்றன. ஆகவேதான் இந்த நோய்க்கு இந்தப் பெயர் வந்தது. இந்தநிலை மெண்டலின் விதிகட்குட்பட்டு ஒரு தலைமுறையி லிருந்து மற்றொரு தலைமுறைக்குக் கடத்தப்படுகிறது இந்தப் பண்பு ஒரு ஒடுங்கு ஜீனைச் (recessive gene) சார்ந்திருக்கிறது. இந்த ஜீன் சாதாரண இரத்தச் சிவப்பணுக்களின் வடிவை நிர்ணயிக்கும் செல்களில் இரண்டிற்கு ஒன்றுக்காவது அல்லீல் லாக (allelic) இருக்கிறது.

பாலிங்கும் (Pauling, 1949) அவரைச் சார்ந்தவர்களும் ஹீமோகுளோபின் 'S' சாதாரண ஹீமோகுளோபின் 'A' யிலிருந்து மாறுபட்டிருக்கிறது என்று கண்டார்கள். இருப் பினும், மாறுபாடு ஹீமோகுளோபின் அணுத்திரண்மத்தின் ஒரே ஒரு துணைப்பகுதியினுள் தனி ஒரு பாகத்தில் (sub-unit) காணப்படு கிறது. அதாவது துணைப்பகுதியுள் தனி ஒன்றான 'B' இல் காணப்படுகிறது. இந்தத் துணைப்பகுதி தனிக்கூறை 'β^A'விலி ருந்து 'β^S'-க்கு மாற்றிவிட்டது. இதே நேரத்தில் α துணைப் பகுதி தனிக்கூறு சாதாரண மனிதர்களில் காணப்படும் α துணைப்பகுதி தனிக்கூற்றுக்குச் சர்வசமமாக இருக்கிறது. மேலும் மனிதர்கள் வளைந்தசெல் அமினீயா 'C'ஜீனுக்கும் ஒவ்வாக் கரு முட்டைகளைக் (heterozygous) கொண்டிருந்தால் அவர்கள் அந்த நோய்க்குரிய அறிகுறிகளைக் காட்டமாட்டார்கள் என்று கண்டு பிடிக்கப்பட்டிருக்கிறது. ஆனால், அவர்களின் இரத்தத்தில் இரண்டு அதாவது ஹீமோகுளோபின் 'A'யும், ஹீமோகுளோ பின் 'S'-ம் இருக்கின்றன. இரண்டும் ஒன்றுக்கொன்று சம வீதத்தில் இருக்கின்றன. இரண்டு வகையான ஹீமோகுளோ பின்களில் இருக்கும் B^A, B^S என்ற இரண்டு துணைப்பகுதி தனிக் கூறுகள் இருப்பது ஒவ்வாக் கருமுட்டை நிலையில் வளைந்த செல் வடிவ ஜீனும் அதனுடைய சாதாரண அல்லீலோமார்பும் (allelomorph) ஒன்றிற்கொன்று தொடர்பில்லாமல் தனித்தனியாக பாலிப்பெப்டைடு மூலச்சிறு தொகுப்புகளை உண்டாக்குகின்றன என்பதைக் குறிக்கிறது. இந்த பாலிபெப்டைடு மூலச் சிறு

தொகுப்பு மூலக்கூறுகள் 'α' பாலிபெப்டைட்டு மூலச்சிறு தொகுப்புகளுடன் (units) இணைந்ததால் இந்த ஹீமோகுளோபின் வளைந்த செல் வடிவ செல் ஜீனினால் பாதிக்கப்படுவதில்லை. இந்த நிலைமை ஜீனிற்கும், புரதத்திற்கும் இடையில் நேரடித் தொடர்பு இருப்பதற்கு அறிகுறியாக இருக்கிறது. இந்தப் புரதச் சங்கிலி ஜீனின் செயலுக்குட்பட்டு தொகுக்கப்படுகிறது. உண்மையாக ஒவ்வொரு ஜீனால் வெளிப்படுத்தப்படுகின்ற தனிப் பட்ட மெசஞ்சர் ஆர். என்.ஏ.க்கள் புரதங்கள் சங்கிலி தொகுக் கப்படுவதற்கு மூலப்படிகங்களாகப் (template) பயன்படுத்தப்படு கின்றன.

மற்றொரு அசாதாரண (abnormal) ஹீமோகுளோபின், ஹீமோகுளோபின் C ஆகும். இதற்குரிய ஜீனைக் கொண்டிருப் பவர்களில் எந்த விதமான குறைபாடு நோய்களும் ஏற்படுவ தில்லை. இது இரத்தத்தில் இருப்பதை இயற்பியல் வேதியியல் ஆராய்ச்சிகளின் மூலமாகத்தான் கண்டுபிடிக்கமுடியும். ஜீனின் செயல் 'β' ஹீமோகுளோபின் பகுதிப் பொருள்களில் ஒரு மாற் றத்தை ஏற்படுத்துகிறது. அதே சமயத்தில் விளைந்த செல் அனீ மியாவில் இருப்பதைப்போல α துணைப்பகுதிப் பொருள்களிலும் மாற்றமடையவில்லை. இந்த ஜீன் இயல்பான ஹீமோகுளோபின் 'β' பகுதிப் பொருள்களை உண்டாக்குவதற்குக் காரணமாக இருக் கும் ஜீனுக்கு அல்லீலாக இருக்கிறது. மனிதர்களில் ஜீன் Hbc-க்கு ஒத்த கருமுட்டை (homozygous) உடைவர்களாக இருந்தால் பெரும்பாலான ஹீமோகுளோபின்களின் மூலக்கூறுகள் (mole- cules) $\alpha_2^A + \beta_2^C$ என்ற அமைப்பைக் கொண்டிருக்கின்றன. ஆனால், ஒவ்வாக் கருமுட்டையுடையவர்களில் ஏறத்தாழ அரை அளவு ஹீமோகுளோபின்களின் மூலக்கூறு இயற்கைக்கு மாறு பட்ட அமைப்பாக்கத்தைக் கொண்டிருக்கிறது. ஆனால், இதைத் தவிர எஞ்சியுள்ள அரைஅளவு ஹீமோகுளோபின்கள் இயல்பான அமைப்பான $\alpha_2^A + \beta_2^A$ என்பதைக் கொண்டிருக்கிறது. மேலும் 'β' சங்கிலியின் இரண்டு விதங்களும் ஒவ்வாக் கருமுட்டையுடை யவர்களில் காணப்பட்டால் ஒவ்வொரு ஜீனும் தனிப்பட்ட பாலி பெப்டைடு மூலக்கூறு வகையை (அதுபோன்ற ஜீன்களைக் கொண்ட) தனித்தனியாக உற்பத்திச் செய்கின்றன என்பதைக் காட்டுகின்றது.

ஜீனின் அமைப்பிற்கும், புரதத்தின் அமைப்பிற்கும் நெருங் கியத் தொடர்பு இருக்கிறதென்பது ஹீமோகுளோபின் 'S'-ம் 'C'யும் ஆகிய இரண்டின் அமினோ அமிலங்கள் அமைப்பாக்கத் தைப்பற்றி அறிந்துகொள்வதிலிருந்து தெரியவருகிறது.

குளோபின் 'A'யினுடைய பகுதியான 'β' சங்கிலியின் அமினே அமிலங்கள் அமைக்கப்பட்டிருக்கும் வரிசைக் முறையையும் (sequence) இயற்கைக்குமாமுன ஹீமோகுளோபின் 'S' சுடனும் 'C'யுடனும் ஒப்பிடும்பொழுது அசாதாரண ஹீமோகுளோபின் இரண்டும் ('S' and 'C') சாதாரண ஹீமோகுளோபினிலிருந்து ஒரே ஒரு அமிலத்தில் மட்டும் வேறுபடுகிறது என்று அறியப் படுகிறது (Gerald, 1961).

வளைந்த செல் ஹீமோகுளோபினில் குளுடாமிக் அமிலம் மிகுதிக்குப் (residue) பதிலாக வாலைன் (valine) என்ற மிகுதிப் பொருள் பதிலமர்த்தப்பட்டிருக்கிறது. இந்தக் குளுடாமிக் அமிலம் β சங்கிலியின் ஆரம்பத்திலிருந்து ஆருவது இடத்தில் இருக்கிறது. ஹீமோகுளோபின் 'C'யில் அதே குளுடாமிக் அமிலம் மிகுதிக்குப் (residue) பதிலாக லைசின் அமினே அமில மிகுதிப் பொருள் பதிலமர்த்தப்பட்டிருக்கிறது. 'β' சங்கிலியில் எந்த இடத்தில் பதிலிருப்புச் செய்யப்பட்டிருக்கிறது என்பது பின் வருமாறு காட்டப்படலாம்.

இயல்பான ஹீமோகுளோபின் A, — β சங்கிலி—வாலைன்—கிஸ்டின்—லியுசின் — திரியோனின் — புரோனின் — குளுடாமிக் — குளுடா—லைசின்

ஹீமோகுளோபின் S, — β சங்கிலி—வாலைன் — கிஸ்டின் — லியுசின்—திரியோனின்—புரோனின்—**வாலைன்** — குளுடர்—லைசின்.

ஹீமோகுளோபின் C, — β சங்கிலி — வாலைன் — கிஸ்டின் — லியுசின்—திரியோனின்—புரோனின்—லைசின் — குளுடா—லைசின்.

புரதச் சங்கிலியிலுள்ள ஒவ்வொரு அமினே அமிலப் பகுதியும் குரோமோசோம் டி.என்.ஏ.யின் மூன்று காரங்களினுல் (code) குறிக்கப்படுகிறது. இது டி.என்.ஏ. யிலுள்ள மூன்று காரங்களுக்கு எதிரான மூன்று காரங்களைக் கொண்ட மெசஞ்சர் ஆர். என்.ஏ. வாக மறுபிரதியெடுக்கப்படுகிறது (transcribed).

குளுடாமிக் அமிலத்திற்கு ஆர்.என்.ஏ. குறியீடு ஜி. எ. எ.

வாலைன் அமிலத்திற்கு ஆர்.என்.ஏ. குறியீடு ஜி யு எ

லைசின் அமிலத்திற்கு ஆர்.என்.ஏ. குறியீடு எ எ எ

இவ்வாறு அமைந்திருக்கின்றன.

ஒரே ஒரு காரத்தில் மாற்றமிருத்தால் இயல்பான ஹீமோ குளோபின் ஒன்று மற்றென்ருக மாற்றப்பட்டிருப்பதற்குக் காரண

மாக இருக்கக்கூடும் என்று வெளிப்படையாகத் தெரிகிறது. வளைந்தவடிவச் செல் ஹீமோகுளோபினில் ஒரு யுராசில் (uracil) நியூக்ளிக்யோட்டைடு, அடினைன் நியூக்ளியோட்டைடுக்குப் பதிலாக (adenine nucleotide) பதிலிருத்தப்பட்டிருக்கிறது. ஹீமோ குளோபின் 'C'யில் ஒரு அடினைன் நியூக்ளிக்யோட்டைடு குவானின் நியூக்ளியோட்டைடுக்குப் பதிலாக பதிலிருத்தப்பட்டிருக்கிறது.

நியதிக்கு மாறான ஹீமோகுளோபின்களான 'S', மற்றும் 'C' தோன்றுவதற்கு நிலையான திடீர் மாற்றமே காரணமாக இருக்கலாம் என்று கருதப்படுகிறது. சில எடுத்துக்காட்டுகளிலாவது டி.என்.ஏ.யின் ஒரே ஒரு காரஇணை (bose pair) மாற்றப்படுவதன் காரணமாகத் தனிஜீன் திடீர்மாற்றம் ஏற்படுவது சாத்தியமாகிறது (point mutations). இவ்வாறு ஒரே ஒரு காரஇணை மாற்றப்படுவதால் மூன்றன் குறி (triplet code) மாற்றப்படுகிறது. ஒரு கார இணை மாற்றப்படுவதற்கு முன்னால் டி.என்.ஏ. யிலுள்ள கார இணைகளின் வரிசைமுறையின் அடிப்படையில் எந்த அமினோ அமிலம் இருக்கவேண்டுமோ அதற்குப்பதிலாக வேறொரு அமினோ அமிலம் மாறுபட்ட மூன்றன் குறியினால் புதிதாகத் தொகுக்கும் புரதத்தில் இருக்கும்படிச் செய்யப்படுகிறது. இவ்வாறு ஒரே ஒரு மூன்றன் குறியீடு மாற்றப்படுவதால் உருவாக்கப்படுகின்ற புரதச் சங்கிலியில் இயல்பாக இருக்கவேண்டிய அமினோ அமிலத்திற்குப் பதிலாக வேறொரு அமினோ அமிலம் காணப்படும். சில சமயங்களில் அதுபோன்ற பதிலிருப்புச் செய்யப்படும் அமினோ அமிலங்கள் அதனுடைய செயல்பண்புகளைப் கடுமையாகப் பாதிப்பதில்லை. ஏதாவது சில சமயங்களில் அதுபோன்ற மாறுதல்கள் பெரும் மாற்றங்களை ஏற்படுத்துகின்றன. நாம் இதற்குச் சான்றாக முன்னமேயே கண்டிருக்கிறோம். மனித ஹீமோகுளோபினில் 'β' சங்கிலியில் ஒரே ஒரு அமினோ அமில மிகுதிப் பொருள் (residue) பதிலிருப்புச் செய்யப்பட்டால் இரத்தச் சிவப்பணுக்களின் புறத்தோற்ற அமைப்பியலை மாற்றுவதோடல்லாமல் அந்த உயிரியின் வளர்சிதைமாற்றம் முழுவதையும் மாற்றிவிடுகிறது. குரோமோசோம்களில் ஏதாவது ஒரு காரஇணை மாற்றமும், அதைத் தாங்கிக் கொண்டிருக்கின்ற உயிரியின் வாழ்வையும், இறப்பையும் அந்த இயல்புக்கு மாறுபட்ட ஜீனே நிர்ணயிக்கிறது.

மாறுபாடடைதலில் ஜீன்களின் தெரிந்தெடுத்த செயல்கள் (Selective Action of Genens in Differentiation) : இங்கே பிளவிப் பெருகிய செல்களிலுள்ள உட்கருக்களின் குணஇயல்புகளையும் வெவ்வேறு திசைகளில் மாறுபாடடைந்து கொண்டிருக்கும் செல்களின் விதிவிடிவிற்கும் இடையிலுள்ள கருத்து வேற்றுமையை

மிக முக்கியமாக ஆராயவேண்டியிருக்கிறது. பிளவிப் பெருகல் பகுதியில் பிளவிப்பெருகல் காலங்களிலும், அதைத் தொடர்ந்து வருகின்ற நிலைகளிலும், செல்களின் எல்லா உட்கருக்களும் வெவ்வேறு வகையான மாறுபாடடைதல்களையுடைய முழுவளர் கருவின் வளர்ச்சிக்கு உறுதுணையாக இருக்கின்ற சக்தியை அல்லது திறமையை நிலைநிறுத்திக்கொள்கின்றன. நீந்தும் நிலையிலுள்ள தவளைத் தலைப்பிரட்டையின் அகத்தோலடுக்குச் செல்களின் உட்கருக்களை எடுத்து உட்கரு நீக்கப்பட்ட முட்டையினுள் மாற்றி நடப்பட்ட (transplanted) பொழுது அந்த முட்டைகள் இயல்பான தவளைகளாக வளர்ந்தன. இந்தத் தவளைகள் எந்தவிதமான திசுக்களையோ அல்லது செல்களையோ பெருமலிருக்கவில்லை. வளர்ச்சியின் பாதையில் மிக முன்னேறிச் சென்ற வளர்கருக்களிலுள்ள செல்கள் அவைகளின் உட்கருக்களில் அந்தக் குறிப்பிட்ட வகை உயிரியில் எந்தவிதமான மாறுபாடடைதலையும் இயல்பான முறையில் நடைபெறச்செய்யும் செய்திகள் முழுவதையும் கொண்டிருக்கின்றன என்பதை வெளிப்படையாகக் காட்டுகிறது. மறுவளர்ச்சி, பாலிலி இனப்பெருக்கம் ஆகிய இரண்டையும் ஆராய்ந்தபொழுது இந்த முடிவுதான் கிடைத்திருக்கிறது. முதிர்ந்த உயிரியின் உடலில் ஏற்படும் சிதைவுகளைக் குணப்படுத்தும்பொழுதும் உடல் செல்களிலிருந்து ஒரு புதிய உயிரி தோன்றும்பொழுதும் முன்பே மாறுபாடடைந்த செல்கள் வேறுவகையான திசுமாதிரிகளை உற்பத்தி செய்வதில் பங்குகொள்கின்றன என்பது காட்டப்பட்டிருக்கிறது.

ஏதோ ஒருவிதமான விலங்கின் நம்பக்கூடிய எல்லாவிதமான மாறுபாடடைதல்களையும் உள்ளடக்கிய செய்திகளும் அவற்றின் முழு மரபுவழி அமைப்பு அல்லது ஜீனேடைப் (genotype) ஒவ்வொரு செல்லிலும் அல்லது பெரும்பாலான செல்களிலுள்ள உட்கரு வைத்திருக்கிறது என்பதை எப்படி நம்புவது? நாம் கண்டிப்பாக ஏற்றுக்கொள்ளவேண்டியது போலத்தோன்றுகிறது. அப்படியே ஏற்றுக்கொண்டால் எடுத்துக்கொண்ட எந்த ஒரு செல்லிலும் அவைகளின் ஒருபகுதி உள்ளார்ந்த ஆற்றல் மட்டுமே வெளிப்படுத்தப்படுகிறது. எஞ்சியப் பகுதி ஆற்றல் வெளிக்கொண்டுவரப்படுவதில்லை. ஆகவே செல்களின் வேறுபாடடைதல் எப்படி நம்பக்கூடியதாக இருக்கிறது?

இந்தக் கருத்துவேற்றுமைக்கு மிக எளியதொரு தீர்வு இருக்கிறது. ஒவ்வொரு சாதாரண செல்களின் உட்கரு முழு எண்ணிக்கை ஜீன்களைக் கொண்டிருக்கின்றது. ஆனல் அந்த எல்லா ஜீன்களும் செயல்படும் நிலையில் இல்லை (inactive state).

ஜீன் செயல்களின் இயல் இயக்க நுணுக்கங்களைக் காணும் பொழுது எடுத்துக்கொண்ட திசுக்களில் எந்தஒரு காலத்திலும் எல்லா ஜீன்களும் மெசஞ்சர் ஆர்.என்.ஏ.வை உண்டாக்க வில்லை. இதற்குப் பிரிதொரு விளக்கம் தரப்படலாம். எல்லா ஜீன்களும் தொடர்ச்சியாக மெசஞ்சர் ஆர்.என்.ஏ.வை உற்பத்தி செய்கின்றன. ஆனல், சிலவகையான மெசஞ்சர் ஆர்.என். ஏ.க்கள் ஏதோ ஒருவழியில் புரதத் தொகுப்பில் பங்கு கொள் ளாதவாறு தடைப்படுத்தப்படுகின்றன.

பின்னல் கண்ட விளக்கத்தைத் தள்ளிவிடலாம். மிகமிக நுண்ணுயிர்களில் நடத்தப்பட்ட ஆராய்ச்சிகளிலிருந்து (Jacob and Monod, 1961) குரோமோசோம் இயல்இயக்க இயந்திர நுணுக்கச்செயல்கள், ஜீன்செயல்களை (gene action) நெறிப்படுத்து வதில் தொடர்புபடுத்தப்பட்டிருக்கின்றன என்ற செய்திக்கு தகுந்த உறுதியான குறியீடுகள் கிடைத்திருக்கின்றன. ஆகவே மேலே குறிப்பிட்ட இரண்டாவது விளக்கத்தைத் தள்ளிவிடலாம். விலங்குகளின் வளர்ச்சிக்காலத்தில் எடுத்துக்கொண்ட செல்களில் எடுத்துக்கொண்டகாலத்தில் ஆர்.என்.ஏ.க்களை உற்பத்தி செய் கின்றன என்பது மிகவும் நம்பக்கூடியதாக இருக்கிறது. அது போன்ற ஜீன்கள் செயல்நிலையில் இருப்பதாக எண்ணப்படலாம். இவைகளைத்தவிர எஞ்சிய செல்கள் செயல்படா நிலையில் இருக் கின்றன என்று கருதவேண்டும் (inactive state). அவைகள் குரோமோசோம்களில் டி.என்.ஏ. சில மூன்றன் குறியீடுகளின் வரிசைகளாக எப்பொழுதும் இருக்கின்ற காரணத்தாலும் அவைகள் செல்பிரிவுக்கு முந்தையநிலையில் தன்னைத்தானே திரும்பி மடிதல் செயலைச் செய்யும் திறன் கொண்டதாலும் அவை மெசஞ்சர் ஆர்.என்.ஏ.வை உற்பத்தி செய்வதில்லை.

ஒரு ஜீன் செயல்படா நிலையிலிருந்து செயல்நிலைக்கு மாற்றப் படுவதைத் தூண்டுதல் என்றழைக்கலாம். இருப்பினும் இது வரை கிடைத்துள்ள சான்றுகளைக்கொண்டு ஆராயுமிடத்து இந்தச் சொல்லைப் பயன்படுத்துவது சரியானதாக இராது.

தூண்டுதல் என்ற சொல்லைப் பயன்படுத்தினல் அது பின் வரும் கருத்தை வலியுறுத்துகிறது. ஜீன்கள் செயலற்றநிலையில் இருக்கின்றன. ஜீன்கள் மெசஞ்சர் ஆர்.என்.ஏ.வை உற்பத்தி செய்வதற்குமுன் துணைச் சேர்க்கையான காரணி ஒன்று ஜீனுடன் இணைந்து செயல்படவேண்டும் என்ற கருத்தையும் சுட்டிக்காட்டுகிறது. உண்மையில் ஆர்.என்.ஏ.யின் தொகுப் பிற்குத் துணைச் சேர்க்கையான காரணிகள் தேவைப்படவில்லை. அதாவது ஆர்.என்.ஏ.பாலிமிரேஸ்(R. N. A. Polymerase) என்ற

நொதி (enzyme) தேவைப்படவில்லை. உண்மையில் ஆர்.என்.ஏ. வின் முன்னோடிப் பொருள்களின் (precursors) (டிரைஃபாஸ்போ ரைபோ பியூரின்ஸ்), டிரைஃபாஸ்போ ரைபோபைரிமிடைன்ஸ் (triphosphoribo purines, triphosphoribo pyrimidine) தொகுப்பு அல்லது சேகரம் (pool) இருக்கவேண்டும். இந்த முன்னோடிப்பொருள்கள் இல்லையென்றால் ஆர்.என்.ஏ. தொகுப்பு நடைபெறமுடியாது. எவ்வாறிருப்பினும் இந்தக் காரணிகள் எப்பொழுதும் எந்தக் காலத்திலும் இருப்பதாக அனுமானிக்கப்படுகிறது. இதற்கு மேலும் அவைகள் உட்கருவிலுள்ள எல்லா ஜீன்களுக்கும் சம அளவில் கிடைக்கின்றன. ஆகவே, சில ஜீன்களின் செயல் படாநிலையும், மற்றவைகளின் செயல்படுநிலையும் சில முன்னோடிப் பொருள்களாளோ அல்லது நொதிகளின் இல்லாமையாலோ நடைபெறவில்லை என்ற அடிப்படையில் விளக்கமுடியாததாக இருக்கிறது.

இதைவிட ஒப்புக்கொள்ளக் கூடிய விளக்கம் என்னவென்றால் ஜீன்கள் அடக்கி ஒடுக்கிகளால் (repressor) தொடர்ந்து செயல்படும் நிலையில் இருக்கவிடாமல் தடுக்கப்படுகிறது. இந்த அடக்கி ஒடுக்கிகள் ஒரு தனி ஜீனின் வினைபொருளாக இருக்கலாம் (regulator gene). ஒரு ஜீன் செயல்நிலைக்கு வரவேண்டுமானால் அடக்கி ஒடுக்கிகள் ஏதோ ஒருநிலையில் நீக்கப்படவேண்டும். ஆகவே, ஒரு ஜீன் மெசஞ்சர் ஆர்.என்.ஏ.வை உற்பத்தி செய்ய ஆரம் பிக்கும்பொழுது அவைகள் 'தூண்டப்படவில்லை'. ஆனால், அவைகள் அடக்கி ஒடுக்கிகளிலிருந்து விடுவிக்கப்படுகின்றன (derepressed). வளர்ச்சியின் ஆரம்பகாலங்களில் அதாவது பிளவிப் பெருகல் காலம் முழுவதும் உட்கரு ஜீன்கள் செல்களின் பண்பு களைக் கட்டுப்படுத்துவதில் நேரடியாகத் தன்னைத் தொடர்பு படுத்திக்கொள்ளவில்லை என்பது முன்பே அறிந்த ஒன்று. இந்தக் காலங்களில் புதிய புரதங்கள் உற்பத்தி செய்யப்படவில்லை. ஆகவே, புதிய மெசஞ்சர் ஆர்.என்.ஏ.வும் தோற்றுவிக்கப்பட வில்லை என்பதையும் குறிப்பாகக் காட்டுகின்றது. இருபடைக் கருக்கோளாக்கம் ஆரம்பித்தவுடன் புதிய புரதங்கள் தோன்று கின்றன. இது சில ஜீன்கள் அடக்கி ஒடுக்கிகளிலிருந்து விடு பட்டுச் செயல்படும் நிலையை அடைந்துவிட்டன என்பதைக் காட்டுகிறது. அதே ஜீன்கள்தாம் கருஉடலின் எல்லாப் பாகங் களிலும் அடக்கி ஒடுக்கிகளிலிருந்து விடுபடுகின்றன என்று கொள்ளக்கூடாது. ஆகவே வெவ்வேறு வகையான நொதிகளும் மற்றையப் புரதங்களும் வெவ்வேறு திசுக்களில் தொகுக்கப்படு கின்றன.

இதுவரை கிடைத்த முடிவுகள் ஏறத்தாழ தன்னைத்தானே வெளிப்படுத்திக்கொள்கின்றன. இந்தப் பொருள் விளக்கத்தை

முற்றுப்பெறச் செய்யவேண்டுமானால் மேலும் இரண்டு கேள்விகளுக்கு விடையிறுத்தாகவேண்டும். இந்த இரண்டு வினாக்களும் ஆராய்ச்சியாளர்க்கு மிகுந்த தொல்லைகளைக் கொடுப்பதாகக் காணப்படுகிறது.

1. ஒரு ஜீன் அடக்கி ஒடுக்கிகளில் உண்மையில் எந்தெந்த இயல்இயக்கச் செய்முறைகள் நிகழ்கின்றன ?

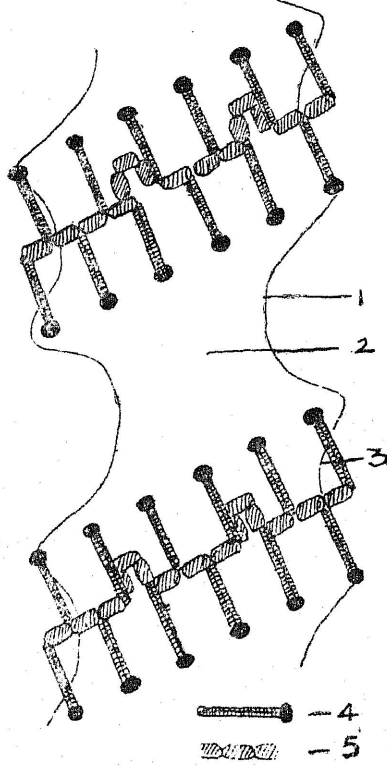
2. ஏதோ ஒரு செல்லின் தொகுப்பில் ஒரு குறிப்பிட்ட காலத்தில் குறிப்பிட்ட ஜீன்கள் அடக்கி ஒடுக்கிகளிலிருந்து விடுவிக்கப்படுவதற்குக் காரணம் என்ன ?

தற்சமயம் இந்த இரண்டு வினாக்களுக்கும் அறுதியான விடையிறுப்பது இயலாத ஒன்று. ஆனால், தற்காலிகமான சில யோசனைகளை மட்டும் பின்வரும் பக்கங்களில் காண்போம்.

முதலாவது கேள்வியை எடுத்துக்கொண்டால் டி.என்.ஏ. மிக முக்கியமானதாக இருந்தபோதிலும் அதுமட்டும்தான் குரோமோசோம்களில் உள்ளார்ந்த மிகுதிப்பொருளாக இருக்கின்றது என்பதற்கில்லை என்று எடுத்துரைப்பது பொருத்தமானதாக இருக்கலாம். சாதாரண நுண்ணோக்கி மூலம் குரோமோசோம்களைப்பார்த்தால் அவைகளில் உட்கருப் புரதங்கள் (nucleo-proteins) இருக்கின்றன. அவற்றில் பெரும்பகுதி டி.என்.ஏ. பகுதிப்பொருளாகவே இருக்கின்றது. எஞ்சியுள்ள புரதப் பகுதிப்பொருள்கள் **ஹிஸ்டோன்** (histones) என்ற தனித்தன்மையுடைய புரத வகுப்பைச் சார்ந்தவையாகும். சில செல்களில் குறிப்பாக விந்தணுக்களில் **புரோட்அமின்கள்** (protamines) என்ற எளிமையான அமைப்புடைய பல பெப்பைடுகள் டி.என்.ஏ. வுடன் தொடர்பு கொண்டிருக்கின்றன.

ஹிஸ்டோன்கள் (histones) வழக்கத்திற்கு மாறாக அதிக அளவு அடிப்படை அமினோ அமிலங்களைக் கொண்ட ஒரு புரதம் [ஆர்ஜினின் (arginine), லைசின் (lyside), கிஸ்டிடைன் (histidine)] இரு புரியிழை மூலக்கூறினால் (molecule) ஆன டி.என்.ஏ.க்கள் அவற்றின் வெளிப்புறப் பரப்பில் ஃபாஸ்ஃபாரிக் அமிலத்தினுடைய சுயேச்சையான அமிலத்தொகுதிகளை அல்லது கூட்டங்களை வைத்திருக்கின்றன. இவைகள் ஹிஸ்டோன் சங்கிலியுள்ள அடிப்படை அமினோ அமிலங்களின் 'NH_2^+' நொதிகளுடன் திடமான இணைப்புகளை (bonds) ஏற்படுத்தமுடியும். ஆகவே ஹிஸ்டோன்கள் டீஆக்சிரைபோ நியூக்ளிக் அமிலங்களுடன் சேர்ந்திருப்பது மிக நெருங்கிய ஒன்றாக இருக்கிறது. இந்த

ஹிஸ்டோன் டி.என்.ஏ.யின் புறப்பரப்பில் காணப்படும் ஆழமற்ற வரிப்பள்ளத்தின் வழியாகச் சுற்றிப் போர்த்தப்பட்டிருப்பதும், நேரிடக்கூடியதாகவே இருக்கிறது (படம் 53). ஹிஸ்டோன்கள் அவைகளை டி.என்.ஏ. மூலக்கூறுகளுடன் இணைத்துக்கொள்வதால் டி.என்.ஏ. க்களைச் செல்லிலுள்ள மற்றையப் பொருள்களுடன் பின்னிய செயல் விளைவுபடாதவாறு தடுக்கப்படுகின்றன (Stedman and Sted mann 1950, Bloch 1962). ஆகவே டி.என்.ஏ.க்கள் 'டெம்பிலேட்' (template) அல்லது மூலப்படிவங்களாகச் செயல்படுவதிலிருந்து தடுக்கப்படுவதால் மெசஞ்சர் ஆர்.என்.ஏ. தோற்றுவிக்கப்படவில்லை. இந்தப் புனைவுக் கோட்பாட்டிற்குப் பொருத்தமான சில முடிவுகள் பரிசோதனைகளிலிருந்து கிடைத்திருக்கின்றன.



படம் 53

புரோட்டீன் மூலக்கூறு, டி.என்.ஏ.யின் இரண்டு இழைகளுக்கிடையிலுள்ள பள்ளம் வழியாக எப்படிச் சுற்றிக்கொண்டு இருக்கிறது என்பதைக் காட்டுகிறது. டி. என். ஏ. பாஸ்ஃபேட் தொகுதிகள் கருமை வட்டகங்கள் பாஸ்பேட்டு தொகுதிகள் அர்ஜினின் பக்கச்சங்கிலிகளின் காரமுனையோடு இணைந்திருக்கின்றன. காரமல்லாத மிச்சப்பொருள்கள் பாலிப்பெப்டைடு சங்கிலியின் மடிப்பாக இருக்கின்றன.

1. ஆழமான பள்ளம், 2. டிஎன்.ஏ. சுருள் 3. சிறிய பள்ளம், 4. ஆர்ஜினின் பக்கச் சங்கிலிகள், 5. பாலிப்பெப்டைடு சங்கிலி.

கன்றுக்குட்டி தைமஸிலிருந்து (calf thymus) எடுத்த டி.என். ஏ. கொண்டும், செல்களற்ற (cell-free fraction) தயாரிப்பும் மேலும் பாசிலஸ் மெகோ கேட்ரியத்திலிருந்தும் (bacillus megagaterium) எடுத்த ஆர்.என்.ஏ. பாலிமிரேஸும் அதோடு ஆர்.என்.ஏ. முன்னோடிப்பொருள்களும் இருந்தால் ஆர்.என்.ஏ. தொகுக்கப்படுகிறது. கன்றுக்குட்டியின் தைமஸிலிருந்து எடுக்கப்பட்ட ஹிஸ்டோன்களும் (cellfree) தயாரிப்புடன் சேர்க்கப்பட்டால் ஆர். என்.ஏ. தொகுக்கப்படல் தடுக்கப்படுகிறது. குரோமேட்டோகிராபி (chromatography) அல்லது இயலீர்ப்பாற்றல் மூலம் சேர்மானம் பிரிக்கும் முறையிலும் படிகமாக்கிப் பிரித்தெடுத்தல் முறையிலும்

(precipitation and extraction methods) பெற்ற வெவ்வேறு பகுதிகள் ஆர்.என்.ஏ.தொகுப்பைச் சமநிலையற்ற அளவில் தடுக்கின்றன. ஒரே ஒரு குறிப்பிட்ட செயற்படுத்துகிற சிறுகூறு ஆர்.என்.ஏ. தொகுப்பை முற்றிலும் நிறுத்திவிடுகிறது.

மற்றொரு விதமான பரிசோதனைகளில் கன்றுக்குட்டிகளிலிருந்து பிரித்தெடுத்த புரோட்டியோலைடிக்நொதி டிரிப்சின் (trypsin) என்பதுடன் வேதியியல்முறைச் செயற்பாடு செய்யப்படுகிறது (treated). இவ்வாறு வேதியியல் முறைச்செயற்பாடு செய்யும் பொழுது குரோமோசோம்களிலுள்ள நியூக்ளிக் அமிலத்துடன் இணைந்த ஹிஸ்டோன்களின் பெரும்பகுதி நீக்கப்படுகிறது. இவ்வாறு டிரிப்சின் வேதியியல் முறைச்செயற்பாடு செய்யப்பட்ட குரோமோசோம்கள் ஆர்.என்.ஏ. முன்னோடிப் பொருள்களைக் கொண்ட தயாரிப்புகளில் பிரைமர் (primers) அல்லது தொடக்கப் பொருள்களாகப் பயன்படுத்தப்படுகின்றன. 70 சதவீத ஹிஸ்டோன்கள் நீக்கப்பட்டிருக்கும்பொழுது, ஆர்.என்.ஏ.தொகுப்பின் அளவு ஏறத்தாழ மூன்றுமடங்கு அதிகரித்திருக்கிறது என்று கண்டு பிடிக்கப்பட்டிருக்கிறது (Allfry; Littan and Mirsky, 1963). தாவரப்பொருள்களில் செய்யப்பட்ட பரிசோதனையில் குரோமோசோமிலுள்ள டி.என்.ஏ.விலுள்ள எல்லா ஹிஸ்டோன்களும் நீக்கப்பட்டால் ஆர்.என்.ஏ.தொகுப்பு ஐந்துமடங்கு அதிகமாயிற்று (Huang and Bonner, 1962). குரோமோசோம்களிலுள்ள டி.என்.ஏ.வுடன் இணைந்திருக்கும் ஹிஸ்டோன்கள் டி.என்.ஏக்கள் டெம்பிளேட் (template) அல்லது மூலப்படிகங்களாகச் செயல்படும் திறமையை அடக்கி ஒடுக்குகிறது என்ற முடிவு முறையானதாகவே தோன்றுகிறது.

இருப்பினும் ஹிஸ்டோன்கள் எந்த ஜீன்களை அடக்கி ஒடுக்க வேண்டும், எந்த ஜீன்களைச் செயல்திறமுடைய நிலையில் இருக்கும்படி அனுமதிப்பது என்று வேறுபடுத்தித் தெரிந்தெடுக்கும் அளவுக்குப் போதுமான தனித்தன்மை இருக்கிறது என்று இதுவரை நிரூபிக்க முடியாததாக இருக்கிறது. ஹிஸ்டோன்கள் உண்மையாகவே டி.என்.ஏ.யினுடைய ஃபாஸ்ஃபேட் தனிமஅணுக்களினுடைய (radical) அமிலத்தொகுதிகளுடன் இணைக்கப்பட்டிருந்தால் அவைகள் டி.என்.ஏ. முதுகெலும்புப் பக்கத்தை நோக்கி முழுவதும் ஒரே மாதிரியாக அமைந்திருக்கின்றன. வேறு இயல்இயக்கங்களும் தனித்தன்மையுடன் இணைந்திருப்பதை விளக்குவதற்கு எடுத்துக்கொள்ளப்படலாம் தர்க்கரீதியாக நம்பக்கூடிய செயல்நிலை ஒன்று காணப்படுகிறது. ஆர்.என்.ஏ.இன் ஒரு பகுதி டி.என்.ஏ.இன் இரண்டு பிரியிழைகளில் ஒன்றிற்கு இணைந்து முழுமையாக்கவல்லதாக (complemen-

tary) இருந்து அதனுடன் குறிப்பிட்ட வரிசைமுறையில் இணைந்து கொள்கிறது. மேலும் டி.என்.ஏ.இன் மற்ற பிரியிழை நிரந்தரமாகவோ அல்லது அரைநிரந்தரமாகவோ சுயேச்சையாக மெசஞ்சர் ஆர்.என்.ஏ.வை உற்பத்தி செய்வதற்கு டெம் பிளேட்டாக அல்லது மூலப்படிவமாகச் செயல்படுகிறது (Frenster, 1965). செல்லின் சுழலில் 'S' படிவத்தில் டி.என்.ஏ.இன் இரண்டு பிரியிழைகளும் தனித்தனியாகப்பிரியும் செயலுடன் இணைந்தே அவைகளின் இணைப்பும் அநேகமாக எய்தப்பட்டிருக் கலாம். இந்தநிலை சில ஜீன்களின் அடக்கி ஒடுக்கு நீக்கத்திற்கும் (derepression) செல்களின் மறைமுகப்பிரிவின் செயல்களுக்கும் இடையில் இருக்கும் வெளிப்படையான தொடர்புக்குரிய காரணத்தை விளக்கவல்லதாக இருக்கலாம்.

ஜீன்கள் அடக்கிஒடுக்கு நீக்கப் பிரச்சினைக்கு இதைவிட மேலான மாறுபட்ட அணுகுதல் இருக்கிறது. இந்த முறையில் உட்கருவிற்கு வெளியே உற்பத்தி செய்யப்படும் ஆர்.என்.ஏ.க்களை விரிவாக ஆராய்ச்சி செய்ததிலிருந்து வெளிப்படுகிறது. உட் கருவில் கொடுக்கப்பட்ட சில ஆர்.என்.ஏக்கள் வெகுவிரைவில் தலைகீழ் மறிவு (turn-over) உறுகின்றன. ஆகவே அவைகள் உட்கருவை விட்டு வெளியேற்றுவதற்கு முன்பே அழிக்கப்பட்டு விடுகின்றன. ஆர்.என்.ஏ.பிரியிழைகளைக் கலப்புயிர்த்தல் செய்தல் (hybridization) முறையிலிருந்து 80 சதவீத உட்கரு ஆர்.என்.ஏ.க் குச் சமமான ஆர்.என்.ஏ.சைட்டோபிளாசத்தில் காணப்பட வில்லை. மேலும் 20 சதவீத உட்கரு ஆர்.என்.ஏ. சைட்டோ பிளாச ஆர்.என்.ஏ.க்குச் சரிசமமாக இருக்கிறது (Shearer and Mecarthy, 1967).

உட்கரு ஆர்.என்.ஏ.க்கள் வெகுவிரைவில் தலைகீழ் மறிவுறும் நிலை இருப்பதைக் குறைந்தது இரண்டு வெவ்வேறு வழிகளில் விளக்கிக் கூறலாம். கருத்தைத் தூண்டும் ஒரு எண்ணம் பிரிட்டான், டேவிட்டன் (Britton and Davidson, 1969) என்பவர்களால் எடுத்துக் கூறப்பட்டிருக்கிறது. இந்த எடுத்துக்காட்டில் ஆர்.என்.ஏ. ஜீன்களின் செயல்களை ஒழுங்குபடுத்தும் செயலைச்செய்கிறது. பலசெல் விலங்குகளின் செல்களில் உண்மையாக சைட்டோப் பிளாசப் புரதங்களைத் தொகுப்பதற்குப் பயன்படுத்தப்படும் மெசஞ்சர் ஆர்.என்.ஏ.வை உண்டு பண்ணுவதற்குத் தேவைப்படும் டெம்பிளேட்டுகளாகச் செயல்படும் டி.என்.ஏ.யின் அளவைவிட மிக அதிகமான அளவு டி.என்.ஏ. இருக்கிறது என்று உய்த்துணரப் படுகிறது. மீதமுள்ள டி.என்.ஏ.விரிவான சிக்கலான ஒழுங்கு படுத்தும் மண்டலத்தின் பகுதியாக இருக்கிறது. இந்த டி.என்.ஏ.

மெசஞ்சர் ஆர்.என்.ஏவைத் தோற்றுவிக்கும் ஜீன்களின் செயல்களை அடக்கியாளுகிறது. ஆகவே, வெகுவிரைவில் தலைகீழ் மறிவுறும் உட்கரு ஆர்.என்.ஏ.முழுமையாக்கும் ஜீனுக்கும் (integrator gene) உற்பத்தியாக்கும் ஜீனுக்கும் (producer gene) செய்தித் தொடர்பு மண்டலப்பொருளாக அமைந்திருக்கிறது என்று கருதப்படுகிறது.

மிகவிரைவில் தலைகீழ் மறிவுறும் உட்கரு ஆர்.என்.ஏ. மேலும் முழுமையான மாறுபட்ட வழியில் விளக்கப்பட்டிருக்கிறது. எல்லா ஜீன்களும் எல்லாக்காலங்களிலும் ஆர்.என்.ஏ வாகப் பார்த்துப் படியெடுக்கப்படுகிறது (transcribed). ஆனால், சில ஜீன்களால் உருவாக்கப்பட்ட ஆர்.என்.ஏ.க்கள் விரைவில் அழிக்கப்படுகின்றன. அவைகள் உட்கருவைவிட்டு வெளியேறுவதில்லை. அதே நேரத்தில் மற்ற ஜீன்களின்மேல் உருவாக்கப்பட்ட ஆர்.என்.ஏ.க்கள்சைட்டோபிளாசத்திலிருந்து உட்கருவினுள் செல்லும் சில பொருள்களினால் திட்டப்படுத்தப்படுகின்றன. இந்த ஆர்.என். ஏ.க்கள்மட்டுமே சைட்டோபிளாசத்திற்கு அனுப்பப்படுகின்றன. இதுபோன்ற கருத்துகள் உய்த்துரைக்கப்பட்டிருக்கின்றன (Kijima and Wilt, 1969; Aronson and Wilt, 1969). இந்தச் சொற்பொருள்விளக்கம் சரியாக இருக்குமேயானால், ஜீன் செயல் ஒழுங்குபடுத்துதல் படியெடுத்தல் (transcription) நிலையில் நிகழாமல் படியெடுத்தல் மொழிபெயர்த்தல் (translation) ஆகிய இரண்டிற்கும் இடையிலுள்ள இடைக் காலத்தில் உடனடியாக நடத்தப்படுகிறது. இவற்றிலிருந்து இதுவரை சைட்டோபிளாசத்தின் மாறுபாடடைதல்களைப் பொறுத்த அளவில் கிடைத்த முடிவான முடிவுகள் உண்மையில் ஒன்றாகவே இருக்கின்றன. அடக்கி ஒடுக்கி ஜீன்களின்மேல் உருவாக்கப்பட்ட ஆர்.என்.ஏ.க்கள் அழிக்கப்படுகின்றன. அடக்கி ஒடுக்கி நீக்கப்பட்ட (derepressed) ஜீன்களின் மேல் உருவாக்கப்பட்ட ஆர்.என்.ஏ.க்கள் திடப்படுத்தப்பட்டு சைட்டோபிளாசத்திற்கு அனுப்பப்படுகின்றன.

இரண்டாவது கேள்விக்கு விடைமிகவும் பொதுவான அளவில் இரண்டு உண்மைகளிலிருந்து பெறப்படலாம்.

ஒரு உண்மை முட்டையின் சைட்டோபிளாசத்தில் காணப்படும் வேறுபாடுகள் வளர்கருவின் வெவ்வேறு செல்களில் மாறுபாடடைதல், வெவ்வேறு புரதங்களை உற்பத்திச் செய்வதற்குத் தொடர்புள்ளவைகளாக இருக்கின்றன. இது அதற்குத் தகுந்த மெசஞ்சர் ஆர்.என்.எ. க்களின் வகைகளை உற்பத்திச் செய்வதற்கு காரணமாக இருக்கும் ஜீன்களைத் தெரிந்தெடுத்து, அடக்கி ஒடுக்கம் நீக்கப்படுகிறது என்பதை முன்னறிவிப்புச் செய்கிறது. இதன்

தொடர்ச்சியாக செல்களில் காணப்படும் சைட்டோபிளாச வகைதான் எந்த ஜீன்கள் செயல்படுத்தப்படவேண்டும் என்ற கடைநிலையை நிர்ணயிக்கிறது.

நரம்புத் தட்டும் மற்றைய கருநிலைப்பாகங்களும், முதல்நிலைத் தூண்டியியக்கக்கூறுவினால் (primary organizer,) ஒரு புரதத்தை அல்லது உட்கரு புரோட்டீனை வெளித்தள்ளுவதால் செயற்படுத் தப்படுகிறது என்பது இரண்டாவது தொடர்புடைய உண்மை யாக இருக்கிறது. இந்த உட்கரு புரோட்டீன் முதன்முதலில் எதிர்ச்செயல் விளைவுபடும் செல்களின் சைட்டோபிளாசத்தினுள் ஊடுருவிச் செல்கிறது.

சைட்டோபிளாசத்தின் குறிப்பிட்ட அமைப்பாக்கம் (composition) பிளவிப்பெருகல் காலங்களில் முட்டையிலிருந்து மரபு வழிப்படி பெற்றிருந்தாலோ அல்லது பின்தங்கிய பருவநிலையில் தூண்டுதல்களினால் உண்டாக்கப்பட்டிருந்தாலோ எப்படியாவது சைட்டோபிளாசத்திலிருந்து உட்கருவிற்கு கடத்தப்படவேண்டும். உட்கருவினுள் செல்லும் சைட்டோபிளாசப் பொருள்கள் ஜீன் களின் மேல் செயற்படலாம் அல்லது ஜீன்களைச் சூழ்ந்து மூடிக் கொண்டிருக்கும் ஹிஸ்டோன்களின் மேல் நேரடியாகச் செயற் படலாம் அல்லது ஜீன்களை ஒழுங்குபடுத்தும் மண்டலத்தின் மேல் செயற்படலாம் (regulatory system). இதற்குப் பதிலாக உட்கரு வினுள் நுழைகின்ற பொருள்கள் சிலவகையான மெசஞ்சர் ஆர்.என்.ஏ.சைட்டோபிளாசத்தை அடைகிறது. அங்கே புதிய புரதங்கள் உருவாக்கப்படுவதற்கு அவைகள் காரணமாக இருக் கின்றன. இந்த இயல்இயக்கமுறை ஒருமுறை முடுக்கிவிடப் பட்டால் எப்பொழுது ஆர் .என்.ஏ சைட்டோபிளாசத்தைஅடை கின்றதோஅங்கே புதிய புரதங்கள் உருவாக்கப்படுவதற்கும் தொகுக்கப்படுவதற்கும் காரணமாக இருக்கின்றன என்பன போன்ற செயல்விளைவுகளைக் கற்பனைசெய்துபார்ப்பது கடினமான தாகத்தோன்றவில்லை. இந்தப் புரதங்கள் இதற்கு மேலுள்ள ஜீன்களை அடக்கி ஒடுக்கி நீக்கப்படுவதற்கு அவைகளே காரண கர்த்தாவாக இருக்கலாம் அல்லது, நொதிச்செயல்களினால் வேறு பொருள்களைத் தோற்றுவிக்கலாம். இவைகள் ஜீன்களின்மேல் செயல்படலாம் அல்லது ஜீன்களின் விளைபொருள்களின்மேல் செயல்படலாம். இவ்வழிகளில் இன்னும் புதியவகையான மெசஞ்சர் ஆர்.என்.ஏ.கள் சைட்டோபிளாசத்தினுள் செயல் படலாம். இந்த வழிகளின்மூலம் மேலும்மேலும் அதிகமான ஜீன்கள் வளர்ச்சி முன்னேறமுன்னேற அடக்கி ஒடுக்கியிலிருந்து விடுவிக்கப்படுகிறது. உண்மையில் இதற்கு முந்தையநிலையில் மாறுபாடடைதல் எந்தத்திசையில் முன்னரே சென்றுகொண்டிருக்

கிறதோ, அதைப் பொறுத்தேதான் அந்த மாறுபாடடைதலுக்குத் தேவைப்படும் ஜீன்கள் செயற்படும்நிலைக்குக் கொண்டு வரப்படுகின்றன. இந்த உட்கரு-சைட்டோபிளாச-பின்னிய செயல் விளைவுகளின் முடிவுகளில் பலவகையான மாற்றங்கள் வளர் கருவில் முன்னரே தனிப்பட்ட பாகங்களுக்குள் ஒன்றுக் கொன்று ஆக்கத்திரிபுகளைத் தோற்றுவிப்பதால் உண்டாக்கப்படுகின்றன. மேல்நிலைத் தூண்டியியக்கக்கூறுகள் திசுக்களின் பின்னிய செயல்விளைவுகள், ஹார்மோன் செயல்கள் போன்றவைகள் பலவகையான விளைவுகளைத் தோற்றுவிக்கின்றன என்பதற்குப் பின்னால் பலசான்றுகள் எடுத்துக்காட்டப்படும்.

புதியவகையான புரதங்களைத் தோற்றுவிப்பதில் குரோமசோம்களிலிருக்கும் டி.என்.ஏ.இன் செயல்களையும், மெசஞ்சர் ஆர்.என்.ஏ.யின் செயல்களையும் நன்றாக அறிந்து கொண்டபிறகு. செல்கள் திசுக்களாக மாறுபாடடையும் காலங்களில் என்ன நடக்கின்றது என்பதை மீண்டும் மதிப்பிடுதல் சாத்தியமாக இருக்கிறது. ஏதோ சில ஜீன்கள் அடக்கி ஒடுக்கிநீக்கம் (derepression) செய்யப்படுவதுதான் மிக முக்கியமான அறுதிசெய்யும் கூறாக இருக்கிறது. தனித்தன்மை வாய்ந்த செல்வகைகளில் தனிப்புரதங்களைத் தோற்றுவிப்பதில் அடக்கி ஒடுக்கி நீக்கப்பட்ட ஜீன்கள் அவ்வகையான புரதங்கள் தோன்றுவதற்குத் தேவைப்படும் மெசஞ்சர் ஆர்.என்.ஏக்களைத் தோற்றுவிக்கின்றன. எரித்ரோபிளாஸ்டுகள் (erythroblasts) சிவப்பணுக்களாக மாற்றப்படும்பொழுது எரித்ரோசைட்கள் (erythcytes) உண்டாக்கப்படும் ஹீமோகுளோபின் உற்பத்தியில் சிலவகையான மெசஞ்சர் ஆர்.என்.ஏ.க்களே பங்கு பெறுகின்றன. நாம் சிறிதளவு உண்டாக்கப்பட்ட ஹீமோகுளோபின்களைத் தவிர்த்து விட்டு இயல்பான முதிர்ந்த நிலையிலுள்ள ஹீமோகுளோபின்களை மட்டும் கருத்தில் கொள்வோமேயானால் இரண்டே இரண்டு மெசஞ்சர் ஆர்.என்.ஏ.க்கள் மட்டும் தோற்றுவிக்கப்பட வேண்டும் எனலாம். இந்த இரண்டு மெசஞ்சர் ஆர்.என்.ஏ.க்களில் ஒன்று ஹீமோகுளோபின் மூலக்கூறிலுள்ள 'α' ஆல்பா சங்கிலிக்கும், மற்றொன்று 'β' (பீட்டா) சங்கிலிக்குமாக இருக்கின்றன. இருப்பினும் ஹீமோகுளோபின் மூலக்கூறிலுள்ள இரும்புத்தொகுதியிலுள்ள பாலிபெப்டைடற்ற (non-polypeptide) பொருள்களை உற்பத்தி செய்வதற்குத் தேவைப்படும் மெசஞ்சர் ஆர்.என்.ஏ.க்களும் தோற்றுவிக்கப்படவேண்டியதாக இருக்கிறது.

மற்ற செல்வகைகளில் இந்தச்செயல்கள் இதைவிட இன்னும் சிக்கலாகவே இருக்கலாம். உதாரணமாக கணையம்போன்ற

நாளமுள்ள சுரப்பிகளில் (exocrine) சிக்கலானநிலைகள் காணப்படு கின்றன. இந்தச் செல்கள் பலவகையான வேறுபட்ட நொதி களைச் சுரக்கின்றன. ஆகவே இவைகள் அதற்கேற்றாற்போல் தனித்தன்மை வாய்ந்த குறிப்பிட்ட மெசஞ்சர் ஆர்.என்.ஏ.க்களைக் கொண்டிருக்கவேண்டும் இதற்குமேலும் இரத்தச் சிவப்பணுக் களைப் போலல்லாமல் கணையச்செல்கள் மெசஞ்சர் வாழ்நாள் முழுவதும் வாழ்கின்றன. ஆகவே இந்தச் சுரப்பி எல்லாவகையான புரதங்களைத் தோற்றுவிப்பதுடன் நில்லாமல் செல்களின் அடிப் படை வளர்சிதை மாற்றத்தைப் பராமரிப்பதற்குத் தேவையான (basal matabolism) நொதிகளையும் உற்பத்தி செய்கின்றன. இதற்கிசைந்தாற்போல் இந்தச் செல்கள் நூற்றுக்கணக்கான ஏன் ஆயிரக்கணக்கான மெஞ்சர் ஆர்.என்.ஏ.க்களைத் தோற்று விப்பது அவசியமாகிறது. இதற்கு மாறாகச் செல்கள் மறை முகப்பிரிவின் வழியில் மீண்டும் பிரியவில்லையென்றால் அவை களின் டி.என்.ஏ.க்களை மறு படி (dupuluate) எடுக்கவேண்டிய அவசியமில்லை. ஆகையால், பொதுவாகக் கண்டுவிட்ட உண்மை மாறுபாடடையும் செல்கள் டி.என்.ஏ.வைத் தொகுப்பதை நிறுத்திவிடுகின்றன என்பதாகும். இந்த நிலையை உறுதிப்படுத்த வேண்டுமானால் டி.என்.ஏ.முன்னோடிப் பொருள்களை எடுத்துக் கொள்வதில்லை என்பதிலிருந்து தெரியவருகிறது. அவைகள் செல் சுழற்சியில் 'G_1' படிவத்தில் இருப்பதாகக் கூறப்படுகின்றன. மைய நரம்புமண்டலத்தின் நரம்புச்செல்கள் (neurons) மாறு பாடடைதலில் மேலே கூறப்பட்ட நிலை காணப்படுகிறது.

டி.என்.ஏ.தொகுப்பு நிறுத்தப்படுவது மாறுபாடடையும் செல்கள் படிப்படியாக மறைமுகப்பிரிவின்மூலம் பிரியும் திறமையை இழந்து விடுவதற்கு ஒருமுன் அசரீரியாக இருந்த போதிலும் 'S' படிவத்திலுள்ள செல்கள் அதிவிரைவாக மறை முகப்பிரிவுமுறையில் பிரிந்தும் அதனோடு டி.என்.ஏ.தொகுப்பும் உண்டாக்கப்பட்டு இவைகள்எப்படியோ ஒருவகையில் உடனடி யாக மாறுபாடடையும் செல்களுடன் இணைக்கப்பட்டிருக்கிறது என்பதற்கு நிரம்பச்சான்றுகளிருக்கின்றன. முதுகெலும்பு உடையவைகளின் இரத்தச் சிவப்பணுக்களின் வளர்ச்சியை ஒப் பிடும்பொழுது மிக எளிமையானதொரு மண்டலமாகவே இருக் கிறது. ஆகவே தனிப்புரதங்கள் தொகுக்கப்படுவதிலுள்ள வெவ் வேறு படி நிலைகளுக்கிடையிலுள்ள தொடர்பை அறிந்துகொள் வதற்கு இதை நாம் பயன்படுத்தலாம். இந்த மண்டலம் ஏன் எளிமையாக இருக்கின்றதென்றால் மாறுபாடடைதலின் மிக உன்னத நிலையிலும்கூட அவைகள் ஹீமோகுளோபின் என்ற தனிச் சிறப்புடைய புரதத்தைத்தான் தோற்றுவிக்கின்றன என்பதே.

யாகும். ஹீமோகுளோபின் தொகுப்பிற்கு முன்னோடியாக மெசஞ்சர் ஆர்.என்.ஏ.உருவாக்கப்படுகிறது. இது சிவப்பணு உருவாக்கம் (erythropoiesis) நடந்து கொண்டிருக்கும் செல் களில் குறிப்பிடத்தக்க பேசோஃபிலியாவைத் (basophila) தோற்றுவிக்கிறது. இந்த பேசோஃபிலியா ஹீமோகுளோபின் உருவாக்கம் இறுதிநிலையடையும்பொழுது மறைந்து விடுகிறது. ஹீமோகுளோபின் உற்பத்திக்குத் தேவைப்படும் குறிப்பிட்ட மெசஞ்சர் ஆர்.என்.ஏ. உருவாக்கப்படுவதற்குமுன் இரத்தச் சிவப்பணுக்களை உருவாக்கும் திசு (hemopoietic) மறைமுகப் பிரிவின்மூலம் உயிர்மப்பெருக்கமடைகிறது. இந்த நிலைகளின் இடைநிலைக்காலங்களில் (interphase) டி.என்.ஏ.தொகுப்பு நடை பெறுகிறது (அதாவது 'S' படிவத்தில்).

நோயற்ற விலங்குகளில் சிவப்பணு உருவாக்கம் (erythropoiesis) ஒரு தொடர்ச்சியான செய்முறையாக இருக்கிறது. பிராணவாயு குறைவாகக் கிடைப்பதால் தூண்டப்பட்ட சிறு நீரகம் சிவப்பணுப்புரதம் (erythroprotein) என்ற ஹார்மோன் போன்ற ஒருபொருளைத் தோற்றுவிக்கிறது. இந்தப்பொருள் சிவப்பணு உருவாக்கத்தை உன்னதமான நிலைக்குத் தூண்டி விடமுடியும். சிவப்பணுக்களைக் கொடுக்கும் திசுக்களை உடலின் வெளியிலோ, உடலினுள்ளேயோ வைத்து (invivo or in vitro) சிவப்பணுப் புரதத்தினால் செய் முறைப்படுத்தப்பட்டால் (treated) மூலச்செல்கள் (stem-cells) சிவப்பணுக்களாக உருமாற்றம் பெறுவது தூண்டப்படுகிறது. அப்புறம் இந்த உருமாற்றப்படி நிலைகளில் செல்களில் சில குறிப்பிட்ட வேதியியல் உருமாற்றங் களைத் தடை செய்வதாக அறியப்பட்ட நச்சுப்பொருள்களைக் கொண்டு தடைப்படுத்தப்படலாம். ஆக பியுரோமைசின் (puromycin) அல்லது ஆக்டினோமைசின்D' (actinomycin D') என்ற இரண்டும் எதிர்ப்பார்ப்பதைப்போல் ஹீமோகுளோபின் தொகுப்பைத் திறமையாகத் தடைப்படுத்துகின்றன. மெசஞ்சர் ஆர்.என்.ஏ.வைச்சார்ந்த புரதத்தொகுப்பை பியுரோமைசின் எந்த நிலையிலும் நிறுத்துவதாகக் கண்டுபிடிக்கப்பட்டிருக்கிறது. ஆகவே புரதத்தொகுப்பு மொழிபெயர்த்தல் (translation) நிலையி லேயே நிறுத்தப்பட்டு விடுகிறது. ஆக்டினோமைசின் D' (actinomycin D') டி.என்.ஏ.வைச்சார்ந்த ரைபோநியூக்ளிக் அமிலத் தொகுப்பைத் தடைப்படுத்துகிறது. ஆகவே ஹீமோகுளோபின் தொகுப்பிற்குத் தேவைப்படுகின்ற மெசஞ்சர் ஆர்.என்.ஏ.வைத் தோற்றுவிக்கமுடிவதில்லை. ஆகவே தடுத்து நிறுத்தப்படுதல் படியெடுத்தல் (transcription) நிலையில் நடைபெறுகிறது. இருப் பினும் ஹீமோகுளோபின் தொகுப்பு இளநிலையில்கூட நிறுத்தப்

படலாம். இவ்வாறு நிறுத்துவதற்கு ஃப்ளூரோ.டீ.ஆக்சியூரிடைன் (fluorodeoxyuridine) போன்ற பொருள்கள் கொடுக்கப்பட்டால் டி.என்.ஏ.திரும்பவும் மடிக்கப்படல் நிலைமாற்றப்படுகிறது. நிலை தடுமாறுகிறது (Paul and Hunter, 1968; 1969) மூலச்செல்கள் மறைமுகப்பிரிவின் மூலம் இனப்பெருக்கம் செய்யும்பொழுது டி.என்.ஏ.திரும்பவும் மடித்தல் சாதாரணமாக நடைபெறுகிறது. இந்த டி.என்.ஏ.ஏதோ ஒருவழியில் இதைத் தொடர்ந்து நடை பெறுகின்ற டி.என்.ஏ.சார்ந்த மெசஞ்சர் ஆர்.என் ஏ.தொகுப் பிற்குத் தேவைப்படுகிறது. இதற்கொப்பாக இரத்தச் சிவப்பணுக் களைத் தோற்றுவிக்கின்ற திசுக்கள் எரித்ரோஃபாய்டீன் (erythropoietin) என்பதால் வேதியியல் செயற்படுத்தப்பட்டால் முதல் எதிர்விளைவு டி.என்.ஏ.தொகுப்பு வேதியியற் செயற்படுத்தப்பட்ட ஒருமணி நேரத்திற்குள் கண்டுபிடிக்கக்கூடியதாக இருக்கிறது. அதேநேரத்தில் ஹீமோகுளோபின் தொகுப்பு இரண்டு மணி நேரம்கழித்துத் தொடங்கி இதைவிடச் சிறிதுகாலம் கழித்து, அதன் உச்சநிலையை அடைகிறது.

சுண்டெலியின் கணையத்திசுக்கள் உடலைவிட்டு வெளியில் (in vitro) மாறுபாடடையும் திசுக்களில் மேலே காணப்பட்ட அதே கூர்நோக்குச் செய்திகளிலிருந்து தெரியவருகிறது (Wessels & Rutter, 1969). இந்தத் திசு மாறுபாடடைதலில் இளநிலையில் இருக்கும்பொழுது ஆக்டினோமைசின் 'D'யுடன் வேதியியல் செயற்பாடு செய்யப்பட்டால் கணையநொதிகள் தோற்றுவிக்கப் படுவது தடுக்கப்படுகிறது. ஆனால், ஒருமுறை மாறுபாடடைதல் தோன்றிச் செயல்பட ஆரம்பித்துவிட்டால் ஆக்டினோமைசின்D, ஒரு விளைபயனையும் ஏற்படுத்தவில்லை. இதிலிருந்து செல்களில் மெசஞ்சர் ஆர்.என்.ஏ. முன்னரே தோற்றுவிக்கப்பட்டு விட்டது என்பதையும் அதிலிருந்து புரதத்தொகுப்புத் தடை படாமல் முன்னேறிச்செல்லமுடியும் என்பதையும் காட்டுகிறது. எவ்வாறிருப்பினும் கணையத்திசுக்களிலுள்ள செல்கள் பிரிந்து கொண்டிருக்கும் அத்தருணத்தில் ஃப்ளூரேடீஆக்சியூரிடைன் (flurorodeoxyaridine) என்ற பொருளினால் வேதியியற் செயற்பாடு நடைபெறும்படிச் செய்யப்பட்டால்டி.என்.ஏ.திரும்பவும் மடிதல் (replication) தடுக்கப்படுகிறது. ஆகவே செல்பிரிவு நிறுத்தப் படுகிறது. சாதாரணநிலையில் மாறுபாடடைதலுக்கு முன் இச் செயல் நடைபெறுகிறது. இந்தத் திசு மாறுபாடடைய முடியாத தாகவும் அதனுடைய சுரப்புச் செயல்களைத் தொடங்கமுடியாத நிலையிலும் இருக்கின்றது.

நாம் எடுத்துக்கொண்ட திசுவின் மாறுபாடடைதலின் கடைநிலையில் அந்தத் திசுவின் தனிச்சிறப்பான புரதங்களைத்

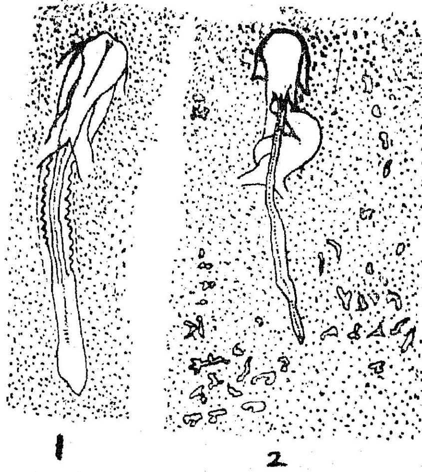
தோற்றுவிப்பதற்கான குறியீடுகளைக் (code) கொடுக்கின்ற சில ஜீன்களின் அடக்கி ஒடுக்கு நீக்கப்படவேண்டிய நிலைகுறுக்கிட்டால் (இந்தப் புரதங்கள் இரத்தநிறமிகளாகவும் இருக்கலாம் அல்லது, கணையநொதிகளாகவும் இருக்கலாம்.) இந்த அடக்கி ஒடுக்கு நீக்கம் எப்படியோ ஒருவகையில் டி.என்.ஏ.வைச் சார்ந்திருக்கிறது. இந்த டி.என்.ஏ.இதற்கு முன்பே இரட்டிப் பாக்கப்பட்டிருக்கவேண்டும். அல்லது வரிசையாக பலமுறை இரட்டிப்பாக்கச் செயல்முறைகள் நடைபெற்றிருக்கவேண்டும் என்பதுபோல் தோன்றுகிறது. நிணநீர் செல்களின் வரிசையான பிளவுகள் (lymphoid cells) ஏதோ ஒருவழியில் எதிர்ப்பொருள்கள் அல்லது ஆன்டிபாடிகள் (antibody)உண்டாக்கப்படும் இயல்இயக்கச் செயல்களுடன் தொடர்பு கொண்டுள்ளது என்பதை எடுத்துக் காட்டுவதுபோல் இருக்கிறது (Speir, 1964).

சைட்டோபிளாசத்தினுல் ஜீன்கள் அடக்கி ஆளப்படுவது மறைமுகப்பிரிவினுல் எளிதாக்கப்படுகிறது. இந்தக் காலங்களில் [அடக்கி ஒடுக்கு நீக்கிகள் (derepressing)] சைட்டோபிளாசப் பொருள்கள் குரோமோசோம்களுக்கும், ஜீன்களுக்கும் நேரடித் தொடர்புகொள்வதை ஏற்படுத்துகிறது (Gurdon, 1968). இது பிளவிப்பெருகல் காலத்தையும் அதைத்தொடர்ந்துவரும் காலமாகிய இருபடைக் கருக்கோள நிலையையும் ஒன்ருக இணைக்கலாம். இக் காலங்களில் மிகவிரிவான ஜீன் அடக்கி ஒடுக்கு நடைபெறுகிறது. ஆனுல், இந்த இரண்டிற்குமுள்ள தொடர்பை நிலைப்படுத்தப்படவேண்டுமானுல் அதிகமான ஆராய்ச்சிகள் செய்யப்படவேண்டும்.

மாறுபாடடைதல் தோன்றியபின் மறைமுகப்பிரிவின் மூலமாக இனப்பெருக்கம் செய்யும் திறமையைச் சிறிதளவு தங்க வைத்துக்கொண்ட செல்களில் டி.என்.ஏ.தொகுப்பு வெளிப்படையாகத் தெரியுமளவிற்கு அந்தச் செல்களில் நின்றுவிடவில்லை. இதற்கு உதாரணமாகக் குருத்தெலும்புச் செல்களையும் அல்லது வளர்ந்துகொண்டிருக்கும் செல்கள் பிரிவுருமல் பல்மயம் (poly ploid) ஆக மாற்றப்படுவதையும் கூறலாம். இந்த இரண்டு எடுத்துக்காட்டுகளிலும் குறிப்பிட்ட விளைபொருட்களைத் தொகுப்பதற்குத் தேவையான மெசஞ்சர் ஆர்.என்.ஏ.யும் அதோடுகூட மெசஞ்சர் ஆர்.என்.ஏ.க்களைத் தோற்றுவிப்பது; அவற்றைப் பராமரிப்பது; அவற்றில் அடிப்படை வளர்சிதை மாற்றத்தைப் பராமரிப்பது, போன்றவைகள் குரோமோசோம் டி.என்.ஏ.இருமடியாக்கப்படும்பொழுது உடன்நிகழ்வாகநடைபெறுகின்றன. ஆனுல், இருபடைக் கருக்கோளநிலையில் ஜீன்களின்

விரிவான செயல்முறைகளில் மாற்றங்கள் தோன்றும் காலமாக இருந்தபோதிலும் இது ஒரு மாறுபாடடைதலை ஊக்குவிக்கும் காலமாகவே இருக்கிறது. செல்கள் பிரிதல் தொடர்ந்து நடைபெறுகிறது. ஆனால், இந்தச் செல்பிரிவைப் பிளவிப்பெருகலுடன் ஒப்பிடும்பொழுது வேகம்குறைந்தநிலையிலேயே செல்கிறது.

கொடுக்கப்பட்ட எந்த ஒருகாலத்திலும்செல்களின் நிலையை ஜீன்களின் நிலைமைகளை மட்டும் கொண்டு வரையறை செய்யப் படவில்லை என்பது வெளிப்படை. அதாவது ஒரு குறிப்பிட்ட சதை ஜீன்கள் சுறுசுறுப்பாக செயல்படுகின்றவா இல்லை அடக்கி ஒடுக்கப்பட்டிருக்கின்றனவா என்ற ஒரு நிலையைத்தெரிந்து



படம் 54

1. கோழி வளர்கரு ஆரம்பப்பள்ளப் படிநிலையில் இருக்கும்பொழுது பியுரோமைசின்களும் தோய்வுறச் செய்வதால் கோழி வளர்கருவின் உறுப்புகளின் வளர்ச்சியில் என்ன விளைவுகளைத்தோற்றுவிக்கிறது என்பதைக்காட்டுகிறது.

2. கோழியின் வளர்கரு ஆரம்பப்பள்ளப் படிநிலையில் இருக்கும்பொழுது ஆக்டினோமைசின் Dயோடு செயற்படுத்தப்பட்டால் கோழியின் வளர்கருவின் வளர்ச்சியில் என்ன விளைவுகளைத் தோற்றுவிக்கிறது என்பதைக் காட்டுகிறது.

கொள்வதாகும். இருப்பினும் ஜீன்களின் முன்நிலைச்செல்கள் எந்தச் சூழ்நிலைக்குச் செல்கள் உள்ளாக்கப்பட்டிருக்கின்றன. என்பதும் செல்கள் எந்தநிலையில் இருக்கின்றன என்பதைக் கண்டறியவும் பல சான்றுகளைக்கொடுக்கின்றன. இந்த முன்னமேயே இருக்கும் நிலைமைகள் சில எடுத்துக்காட்டுகளுக்குத் திட்டவட்டக் காரணியாகவும் சிலவற்றில் பின்தொடர்ந்து நடை

பெறக்கூடிய விளைவுகளை மேலேறிச் செல்லவைக்க வல்லதாகவும் இருக்கின்றன. இந்தநிலைக்கு மிக முக்கியமான காரணம் என்னவென்றால் ஜீன்களால் உற்பத்தி செய்யப்பட்ட மெசஞ்சர் ஆர். என்.ஏ. சைட்டோபிளாசத்திற்குச் சென்று உடனடியாக புரதத் தொகுப்பில் ஈடுபடுத்திக்கொள்வதேயாகும். சில சமயங்களில் இது நிகழ்வதில்லை. ஆனால், சிறிதுகாலத்திற்குப்பின் இந்த ஆர்.என்.ஏ.சுறுசுறுப்படைகிறது. மெசஞ்சர் ஆர்.என்.ஏ.முதன் முதலில் பாக்டிரியோஃபாஜ் (bateriophage) என்ற நுண்ணுயிரிகளில் கண்டுபிடிக்கப்பட்டது. இதை முதன்முதலில் விரைவில் தலைகீழ் மறிவுறும் (fast turnover) ஆர்.என்.ஏ.என்ற பண்பின் அடிப்படையில் அழைக்கப்பட்டது. விலங்குகளிலுள்ள ஆர்.என். ஏ.க்கள் குறுகியகாலம் வாழ்வதல்ல. அவைகள் சைட்டோபிளாசத்தில் நாட்கள் அல்லது உண்மையென கூறும்படியாக மாதக்கணக்கில் நிலைத்துநிற்கின்றன. முட்டைச் செல்களில் (oocytes) உருவாக்கப்பட்ட மெசஞ்சர் ஆர்.என்.ஏ.கருவுறல் நடைபெறும்வரையில் செயலற்றநிலையில் (masked) இருக்கின்றது. கருவுறல் நடைபெற்றவுடன் முட்டைச்செல்களிலுள்ள மெசஞ்சர் ஆர்.என்.ஏ.பிளவிப்பெருகல் காலம்முழுவதும் புரதத்தை தொக்கும் செயல்களை வழிநடத்திச்செல்கிறது. பருவங்கடந்த வளர்ச்சி நிலையிலும்கூட புரதத்தொகுப்பு செயலெழுச்சியடைவதற்கு வெகு நேரத்திற்குமுன்பே அதிகஅளவு மெசஞ்சர் ஆர்.என்.ஏ.உருவாக்கப்படலாம் என்பதற்கு அறிகுறிகள் கிடைத்திருக்கின்றன. இவ்வாறு உற்பத்தி செய்யப்பட்ட மெசஞ்சர் ஆர்.என்.ஏ.க்கள் புரதத்தொகுப்பில் ஈடுபட்டு வளர்கருவிலுள்ள ஒவ்வொருபாகமும் வெளியே புலப்படும் அளவுக்கு மாறுபாடடைகின்றது. இதைத்தான் நிர்ணயித்தல் என்று கூறலாம். இந்நிலை நாம் கண்டிருப்பதுபோல் எப்பொழுதும் வெளித்தெரியும் மாறுபாடடைதலுக்கு முன்னோடியாக இருக்கிறது (Tyler, 1967). எடுத்துக்காட்டாக நீர் நில வாழ்வனவற்றின் வளர்கருவின் நரம்புத்தட்டு நிர்ணயிக்கப்படல் இருபடைக் கருக்கோளத்தின் நடுவில் நடைபெறுகிறது. இப்பொழுது இதற்குக்கீழே கார்டோமீசோடெர்ம் (chordomesoder) அல்லது தண்டுவட நடுஅடுக்கு இருக்கிறது. நரம்புக்குழாயையுடைய நிலையின் (neural stage) இளமைக்காலத்தில் பலமணிநேரம் கழித்தபின் மட்டுமே ஓர் நரம்புத்தட்டு வெளிப்படுகிறது.

ஆக்டினோமைசின் டி.என்.ஏ.(actinomycin) ஆர்.என்.ஏ.வாகப் படியெடுத்தலை (transcription) தடைப்படுவதற்கு உபயோகப் படுத்தப்படுகிறது. பியுரோமைசின் (puromycin) மெசஞ்சர் ஆர்.என்.ஏ.புரத அமைப்பாக்கமாக மொழிபெயர்க்கப்படுவதைத்

(translation) தடைப்படுத்துவதற்குப் பயன்படுத்தப்படுகிறது. இந்த இரண்டு செய்முறைகளும் மாறுபாடடைதல் (differentiation), நிர்ணயித்தல் (determination) ஆகிய இரண்டு செயல் முறைகளுக்கு இடையிலுள்ள வேறுபாடுகளை அடையாளம் தெரிந்துகொள்வதற்கு உதவியாக இருக்கிறது. இந்த வகையில் ஒரு குறிப்பிட்ட, தெளிவான பரிசோதனை கோழியின் வளர் கருவில் நிகழ்த்தப்பட்டிருக்கிறது (Ranzi, 1968). கோழியின் வளர்கரு மூலமுதல் வரிப்பள்ள நிலையில் (primitive streak) இருக்கும்பொழுது பியுரோமைசின் பொருளுடன் வேதியியல் செயற்பாடுறும்படி செய்தால் அங்க உற்பத்தியின் organogenesis) ஆரம்பத்தில் எல்லா மண்டலங்களிலுமுள்ள உறுப்பு களின் வளர்ச்சியும் தாமதப்படுத்தப்படுகிறது. நரம்புமண்டலம் பொதுவாக வழக்கம்போல் இருப்பதைவிட மெல்லியதாக இருக் கிறது. மூளையின் பைகள் (vesicles) அவைகளின் வடிவளவில் குறைக்கப்பட்டிருக்கிறது. நரம்புக்குழாய் ஒருபொழுதும் மூடப் படுவதில்லை. இதயம் உருவளவில் குறைக்கப்பட்டிருக்கிறது. பெரும்பாலும் இரத்தத் தீவுகளில் (blood islands) ஹீமோ குளோபின் உண்டாக்கப்படுவதில்லை. கோழியின் வளர்கருவை மூலமுதல் வரிப்பள்ள நிலையில் இருக்கும்பொழுது ஆக்டினோ மைசின் D' (actinomycin D)என்ற பொருளினால் வேதியியல் செயற் பாடுறும்படி செய்யப்பட்டால் முன்னதிலிருந்து முற்றிலும் மாறு பட்ட விளைவுகளையே தோற்றுவிக்கிறது. நரம்புமண்டலம் சில வகைகளில் மிகமிகக் குறுக்கப்படுகிறது. இன்னும் சில எடுத்துக் காட்டுகளில் முற்றிலும் குறுக்கப்பட்டிருக்கிறது. சோமைட்டுகள் (somites) அல்லது சதைத்துண்டங்கள் குறுக்கப்பட்டிருக்கின்றன. இதயம் நன்றாக வளர்ச்சியுறுகிறது. சில சமயங்களில் நன்றாக வேறுபாடடையக்கூடிய ஒரே உறுப்பு இதயமாகவே இருக்கிறது. இரத்தத் தீவுகள் ஹீமோகுளோபினை இயல்பானமுறையில் தோற்றுவிக்கிறது (படம் 54 அ, ஆ). கோழியின் மூலமுதல் வரிப் பள்ளப் படிநிலையிலுள்ள வளர்கருவில் இதயம் வளர்வதற்கும், இரத்தத் தீவுகளின் வளர்ச்சிக்கும் தேவையான மெசஞ்சர் ஆர்.என்.ஏ. ஏற்கெனவே தோற்றுவிக்கப்பட்டுவிட்டது. ஆனால், நரம்புமண்டலம் தசைத் துண்டங்களின் வளர்ச்சிக்குத் தேவை யான மெசஞ்சர் ஆர்.என்.ஏ.இன்னும் தோற்றுவிக்கப்படவில்லை. இதனுடைய உற்பத்தி ஆக்டினோமைசினால் நடைபெறாதவாறு செய்யப்படுகிறது. எப்படி இருப்பினும் இதயம் மாறுபாடு அடைதல் பின்தங்கியநிலையில் நடைபெறுகிறது. அதாவது ஏறத் தாழ தசைத்துண்டங்களும் நரம்புமண்டலமும் மாறுபாடடை கின்ற அதேகாலத்தில் நடைபெறுகிறது. மாறுபாடடைதல் புரதத்தொகுப்பை உள்ளடக்கிக் கொண்டிருப்பதால் அதே படி

நிலையில் பியுரோமைசினுல் செயற்படுத்தப்பட்டிருந்தால் எல்லா உறுப்புகளின் வளர்ச்சியும் தாமதப்படுகிறது.

புரதத்தொகுப்பில் வெவ்வேறு வகையான மாற்றங்கள் (Changing Pattern of Protein Synthesis) : இந்தப் பகுதியிலும் இதை அடுத்துவரும் பகுதியிலும் மாறுபாடடைதலில் மாறிக் கொண்டேவரும் செய்முறைகளை விளக்குவதற்கு முதுகெலும் புடையவைகளின் வளர்ச்சியிலிருந்து சில உதாரணங்கள் இங்கே எடுத்துக்காட்டப்படும்.

ஹீமோகுளோபின் (Haemoglobin) : மனிதனின் முதிர்ந்த ஹீமோகுளோபின் அமைப்பாக்கம், வளர்ச்சி நடந்துகொண்டிருக்கும் காலம்முழுவதிலும் தனிப்பட்ட ஜீன்கள் அவைகளுடைய செயல்களை எப்படி மாற்றிக்கொள்கின்றன என்பதற்கு ஒரு சிறந்த எடுத்துக்காட்டாக இருப்பதை முன்பே கண்டிருக்கிறோம். இதற்குமுன் முதிர்ந்த மனிதனின் கரு (foetus) மாறுபட்ட ஹீமோகுளோபினைக் கொண்டிருக்கிறது. இந்த மனிதக்கரு ஹீமோகுளோபின் நான்கு பாலிபெப்டைடுகளைக் கொண்டிருக்கிறது. இந்த நான்கில் இரண்டு பாலிபெப்டைடுச் சங்கிலிகள் முதிர் நிலையில் காணப்படும் ஹீமோகுளோபினுள்ள (α) ஆல்பா சங்கிலிக்குச் சரிசமமாகவே இருக்கிறது. ஆனுல், எஞ்சியுள்ள இரண்டு பாலிபெப்டைடுச் சங்கிலிகள் வேறுவகையில் வரிசையாக அமைக்கப்பட்ட பாலிபெப்டைடுச் சங்கிலிகள் வெவ்வேறு வகையில் வரிசையாக அமைக்கப்பட்ட பாலிபெப்டைடுச் சங்கிலியாக இருக்கிறது. இதில் காணப்படும் அமினே அமிலங்களின் வரிசைமுறை அமைப்பு இன்னும் அறியப்படவில்லை. இந்தச் சங்கிலியை (γ) காமா சங்கிலி என்றழைக்கிருர்கள். வேறுபட்ட பாலிபெப்டைடு அமைப்புக்கொண்ட γ சங்கிலி ஒருதனி ஜீனினுல் உண்டாக்கப்படுகிறது. பிறந்தபின் குழந்தை ஹீமோகுளோபின் (foetal haemoglobin) அளவு அதிகமாகக் குறைகின்றது. இந்தக் குழந்தையின் எஞ்சிய கால வாழ்க்கையில் குழந்தை ஹீமோகுளோபின் அளவு ஒரு சதவீதமாக இருக்கும்படி குறைக்கப்படுகிறது. இதற்குப் பதிலாக முதிர் ஹீமோகுளோபின் ஆல்ஃபா, பீட்டா (α, β) சங்கிலிகளைக்கொண்டு உருவாக்கப்பட்டிருப்பதுபோல் தோன்றுகிறது. இதிலிருந்து ஹீமோகுளோபின் உள்ளார்ந்த பகுதிப் பொருள்களுக்கும், ஜீன்களுக்கும் நேரடித்தொடர்பு இருப்பதிலிருந்து குழந்தை பிறந்தவுடன், 'γ' சங்கிலியைத் தோற்றுவிக்கும் ஜீன் முடுக்கிவிடப்படுகிறது என்பது அறியப்படுகிறது. இதே நேரத்தில் α சங்கிலியைத் தோற்றுவிக்கும் ஜீன் பிறப்பதற்கு முன்னும்பின்னும் தொடர்ந்து செயல்படும் நிலையிலேயே இருக்கிறது.

லாக்டேட்-டி-ஹைடிரோஜீனேஸ் (Lactate-de-hydrogenases) அல்லது லாக்டேட் நீர்நீக்கி நொதிகள்: பாலூட்டிகளில் லாக்டேட் நீர்நீக்கி நொதிகள் (lactate dehydrogenases) உருவாக்கப்படுவது ஹீமோகுளோபின் உருவாக்கப்படும் நிலைமைகளுக்கு ஏதோ ஒரு சிலவழிகளில் ஒத்திருப்பதுபோன்ற நிலைகாணப்படுகிறது (Markert, 1961-1963). இந்த நொதியின் மூலக்கூறுவின் எடை (molecular weight) 135,000 ஆக இருக்கிறது. இந்த மூலக்கூறு சமவடிவமான நான்கு பகுதிப் பாலிபெப்டைடுகளாகப் பிரிக்கப்படலாம். இவ்வாறு பிரித்தெடுக்கப்பட்ட கீழ்ப் பகுதிப்பொருள்கள் (sub-units) நொதிச்செயல்களை இழந்து விடுகின்றன. இந்த நொதி பொதுவாக நான்கு வடிவங்களில் காணப்படுவதாகக் கண்டு பிடிக்கப்படுகிறது. ஒவ்வொரு வடிவமும் அதனதன் அணுக்கத்தால் நிலையின் ஆற்றல் (electro phoretic behaviour) உண்டு பண்ணும் நடத்தையில் மாறுபடும். ஆனால், நடைமுறையில் முழுமையான சரிசமமான நொதித்திறமைகளையும் கொண்டிருக்கின்றன. இந்த ஐந்து நொதிகளும் ஒத்த நொதிகள் (isoenzymes) என்றழைக்கப்படுகின்றன. மேலும் இந்த ஐந்து ஒத்த நொதிகளின் கீழ்ப் பகுதிகள் இரண்டு வகைப்படும். இந்த கீழ்ப் பகுதிகள் முறையே கீழ்த்தொகுதி A, கீழ்த்தொகுதி B என்றழைக்கப்படுகின்றன. இந்த இரண்டு கீழ்ப் பகுதிகளும் தொடர்பற்ற முறையில் இணைந்து (at random) ஐந்து முழுமையான ஒத்த நொதிகளை உண்டாக்குகின்றன. ஒத்த நொதிகளின் அமைப்பாக்கத்தைப் பின்கண்டவாறு குறிப்பிடலாம்.

ஒத்த நொதிகள்	I	II	III	IV	V
கீழ்த்தொகுதிகள்	A^0	A^1	A^2	A^3	A^4
(Sub-units)	B^4	B^3	B^2	B^1	B^0

ஒன்றும் ஐந்தும் ஆன நொதிகள் ஒரே வகையை மட்டும் சார்ந்த நான்கு கீழ்த் தொகுதிகளினால் உருவாக்கப்பட்டிருக்கின்றன. இரண்டு, மூன்று, நான்கு ஆன ஒத்தநொதிகள் இரண்டுவகையான கீழ்ப் பகுதிகளை வெவ்வேறு வீதங்களில் கொண்டிருக்கின்றன.

துரதிட்டமாக லாக்டேட் நீர்நீக்கி நொதியின் இரண்டு கீழ்ப் பகுதிகள் உருவாக்கப்படுவதன் மரபுவழி (genetic) அடிப்படைச்சுழல் இன்னும் கண்டுபிடிக்கப்படவேண்டியதாக இருக்கிறது. ஆனால், இரண்டு பகுதிகளின் ஒவ்வொரு வகையும் ஒரு தனிப்பட்ட ஜீனினால் குறியீடு (code) செய்யப்படுகிறது என்று ஊகித்துக்கொள்வது பொதுஅறிவிற்கு உகந்ததாக இருக்கிறது.

இந்தக் கீழ்நிலைப் பகுதிகள் ஒன்றுக்கொன்று தொடர்பற்ற முறையில் ரைபசோம்களின்மேல் (Ribosomes) தனித்தனியாக உருவாக்கப்படுகிறது. இவைகள் ஒன்ருக இணைந்து ஐந்து செயற்படு ஒத்த நொதிகளை உருவாக்குகின்றன. அவைகள் இணைவது ஒன்றுக்கொன்று தொடர்பற்றிருப்பினும் மேல் இரண்டு கீழ் நிலைப்பகுதிகள் சமஅளவில் கிடைக்கும் நிலையில் இருந்தாலும் இந்த ஐந்து ஒத்த நொதிகள் 1:4:6:4:1 என்ற விகிதங்களில் கண்டிப்பாக உற்பத்தி செய்யப்படவேண்டும். இந்தக் கருத்து பரிசோதனைகள் மூலம் உண்மையாகவே உறுதிப்படுத்தப்பட்டிருக்கிறது. இந்தப் பரிசோதனையில் கீழ்ப்பகுதி Aயையும் கீழ்ப் பகுதி Bயையும் சமஅளவில் ஒன்றுடன் ஒன்று விரவப்படும் பொழுது மேலே குறிப்பிட்ட விகிதங்கள் ஒன்றுக்கொன்று தொடர்பற்றதாக இருக்கவில்லை. ஆனால், குறிப்பிட்ட திசுக் களைப் பொறுத்த அளவில் நொதிகள் 'B' என்ற கீழ்ப்பகுதிப் பொருளை அதிகமாகவோ அல்லது 'A' என்ற பகுதிப்பொருளை (component) அதிகமாகவோ கொண்டிருக்கலாம். முதல் எடுத்துக் காட்டு எலும்புத்தசைகளில் காணப்படுகிறது. சிறுநீரகம் ஏறக் குறைய 'A'யையும் 'B'யையும் சமவிகிதத்தில் வைத்திருக்கிறது. வாழ்காலம் முழுவதும் 'B' பகுதிப்பொருள் அதிக விகிதத்தில் இருக்குமேயானல் பொதுவாக அங்கே ஒத்த நொதிகளின் அளவு அதிகமாகவே இருக்கிறது.

நீர்நீக்கி ஐசோஸைமின் (dehydrogenase isozyme) பகுதிப் பொருள்களைத் தோற்றுவிப்பதற்கு இரண்டு ஜீன்களும் பொறுப் புடையதாக இருந்தபோதிலும் பாலூட்டிகளின் செல்கள் முழு வதிலும் இந்த ஜீன்கள் செயற்படுநிலையில் காணப்பட்ட போதிலும் அந்த விலங்கின் வாழ்க்கைக் காலங்களில் அவைகளின் செயல்படும் தராதரம் ஒரு திசுவிற்கும், மற்ருெரு திசுவிற்கும் மாறுபடுவதைக் காணமுடிகிறது.

தசைப்புரதம் மையோசின் (Myosin): வளர்கருவிலுள்ள திசுக் களின் அமைப்பாக்கத்தில் தோன்றும் வெளிப்படையான மாற்றங்களையும் அங்கே உருவாக்கப்படும் தனிச்சிறப்பான பொருள்களையும் ஒன்றுக்கொன்று தொடர்புடையது என்று கூறமுடியும். இதற்கு எடுத்துக்காட்டாக மையோசின் (Myosin) என்ற புரதம் எவ்வாறு உருவாக்கப்படுகிறது என்பதை ஆராய் வோம். மையோசின் என்ற புரதம் தசைத் திசுக்களில் காணப் படுகிறது. முதிர்ச்சியடைந்த தசைகளில் 10 முதல் 12 சதவீத அளவு புதிய எடைக்கும் (fresh weight) ஏறக்குறைய 50 சத வீதம் உலர்ந்த எடைக்கும் (dry-weight) சமமாக இருக்கிறது.

வரித்தசையாக மாறுபாடடைந்துகொண்டிருக்கும் செல்களிலுள்ள புரோட்டோபிளாசத்தில் இருக்கும் மையோசின் அளவு எடையிடப்பட்டு தசையின் புற அமைப்பியல் மாறுபாடடைதலுடன் ஒப்பிடப்பட்டிருக்கிறது (Nicholas, 1950). எலியின் வளர்கருவில் வரித்தசையின் மாறுபாடடைதல் பின்கண்ட வழிகளில் முன்னேறிச் செல்கிறது.

1. கருவுற்றபின் 12 முதல் 13 நாள்வரை சதைப்பிண்டங்கள் பெரிதாக விரிந்து பக்கவாட்டு, வயிற்றுப்புற உடற்சுவருக்குள் செல்கிறது.

2. 14ஆம் நாளில் சின்சைட்டியல் தசை நார்கள் தோன்றி விடுகின்றன. இதேநாளில் தசைகள் செயல்படத் தொடங்கி விடுகின்றன. அவைகள் சுருங்கத் தொடங்கி விடுகின்றன.

3. 17ஆம் நாளில் தசை நாரிழைகளில் (myofibrils) குறுக்கு வரிகள் வெளித்தோன்றுகின்றன.

எலியின் கருவளர் காலத்திலும் பிந்திய கருவளர் காலத்திலும் தசைத் திசுக்களில் உள்ளார்ந்த அமைப்பில் தோன்றும் வேதியியல் மாற்றங்களைக் கீழ்க்கண்ட அட்டவணை காட்டுகிறது.

நிலை	உலர்ந்த எடையின் உடனடி எடையில் சதவீத உலர்ந்த எடை	உடனடி எடையினுடைய சதவீத டி.என்.ஏ.	உடனடி எடையின் சதவீத மையோசின்
கருவுற்ற 13ஆம் நாள்	5·5	0·57	0·1
கருவுற்றபின் 21ஆம் நாள்	9·0	0·34	1·0
தாய்ப்பாலை மறக்கும் நிலையில்	14·0	0·22	4·5
முதிர்நிலை எலி	20·0	0·08	10·0

இந்தப் பட்டியலிலிருந்து பலவகையான முடிவுகளை ஊகித்தறியலாம்.

1. செயல்படு நிலைக்கு முந்தியநிலையில் உள்ள உத்தேசமான தசைச்செல்களில் மையோசினின் அளவு மிகக்குறைவு. இந்த

அளவு தசைகள் செயல்படத் தொடங்கியவுடன் மிகமிக அதிகரிக்கிறது (கருவுற்றபின் 13ஆம் நாளிலிருந்து 21ஆம் நாள் வரை).

2. தசைத்திசு செயல்படத் தொடங்கியவுடன் தசைத் திசுவின் மாறுபாடடைதல் முற்றுப்பெற்றுவிட்டது என்று பொருள் கொள்ளக்கூடாது. இந்தநிலை பின் கருவளர்ச்சிப் படி நிலையில் (post-embryonic) மையோசின் 10 மடங்கு அதிகரிப்பதி லிருந்து தெரியவருகிறது. தசைநார்களில் (muscle fibres) மையோ நுண்ணிழைகள் (myofibrils) அதிகஅளவு உண்டாக்கப் படுவதே இந்த ஏற்றத்திற்குக் காரணமாக இருக்கிறது. இதன் விளைவாக நாரின் பலம் பெரிதும் அதிகரிக்கிறது. நார்கள் உடைந்துவிடும் எடைமானத்திலிருந்து கணக்கிட்டால் (breaking load) அந்த நார்களின் பலம் 400 மடங்கு அதிகரிக்கிறது. இந்த அதிகரிப்பு கருவுற்ற 17ஆம் நாளிலிருந்து முதிர்நிலை அடையும் காலம்வரை காணப்படுகிறது.

மாறுபாடடைந்துகொண்டிருக்கும் மையோ நுண்ணிழையின் பைரெப்ரிஞ்ஜென்ஸ் (birefringence) என்ற இயற்பியல் பண்பைச் சோதனை செய்வதன்மூலம் அவற்றின் இயற்பியல் அமைப்பாக்கத்தை அறிந்து கொள்ளலாம். சாதகமான பைரெப்ரிஞ்ஜென்ஸ் கருவுற்ற 14ஆம் நாளிலிருந்து காணப்படு கிறது. மையோசின் மூலக்கூறு நீளச்சங்கிலிகளாக அமைக்கப் பட்டிருக்கின்றது என்பதற்கு பைரெப்ரிஞ்ஜென்ஸ் ஓர் அறுதி யான எடுத்துக்காட்டாகும். சுருங்கி விரியும் தன்மைக்கு முன் னோடியாக இந்த அமைப்புத் தோன்றுகிறது. அதே நேரத்தில் நார்களின் குறுக்கு வரிகள் (transverse striations) தசைகள் சுருங்க ஆரம்பித்த பின்னரே தோன்றுகின்றன.

மீண்டும் இந்த அட்டவணை உட்கரு உபகரணங்களுக்கும் மாறுபாடடைந்து கொண்டிருக்கும் செல்களில் செயல்படும் இயற்பியல் நுணுக்கங்களுக்கும் உள்ள வீதத்தின் மாற்றங்களையும் எடுத்துக்காட்டுகிறது. மையோசின் (செயல்படும் பொருள்) அளவு அதிகரிக்கும்பொழுது மற்றப் பொருள்களுடன் ஒப்பிட்டால் அதுசமயம் டீ ஆக்ஸிரைபோநியூக்ளிக் அமிலத்தின் அளவு குறை கிறது.

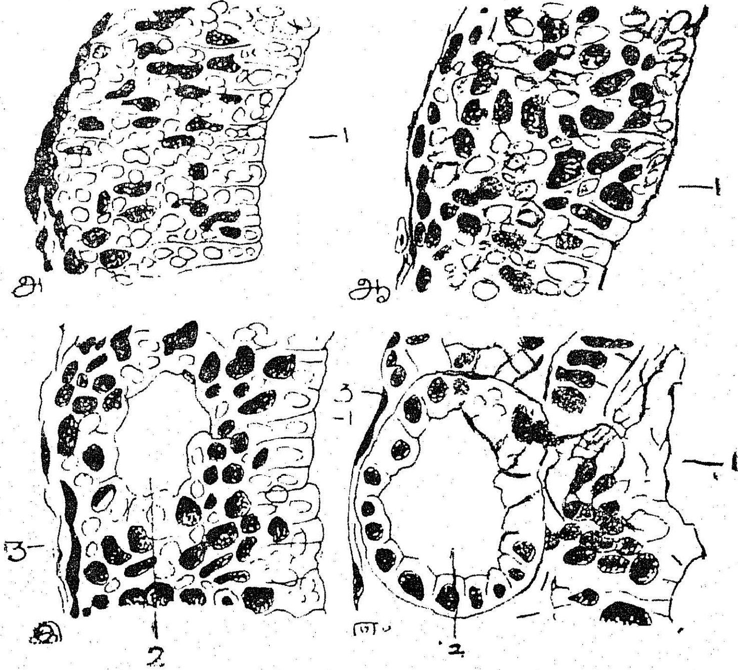
தசைத்திசுவின் வளர்ச்சியிலிருந்து மீண்டும் ஒரு பாடத்தை நாம் அறிந்துகொள்ளவேண்டியிருக்கிறது. உறுப்பின் மூலக் கூறுகள் உருவாவதற்கும் திசுவழி மாறுபாடடைதலுக்கும் (histological differentiation) இடையிலுள்ள தொடர்பைப்பற்றிக் கூறு

வதாக இருக்கிறது. உறுப்பு மூலக்கூறுகள்-தசைத் துண்டங்கள் (myotomes) கருவளர்ச்சியின் இளநிலையில் உண்டாக்கப்பட்டு விடுகின்றன. வளர்ச்சியின் 12ஆம், 13ஆம் நாள்களில் தசைகள் வளர்வதற்குத் தேவையான செல்பொருள்கள் பக்கவாட்டு வயிற்றுப்பக்கத் தோலுக்கடியில் தங்கள் முடிவான இடங்களை அடைகின்றன. இரண்டு நாள்கள்கழித்து மையோசின் (myosin) தோற்றுவிக்கப்படுவதும் அவைகள் நீண்ட சங்கிலிகளில் வரிசையாக அடுக்கப்படுவதும் தொடர்ந்து நடைபெறுகிறது.

செரிநொதிகள் (Digestive enzymes) : **அம்பிலிஸ்டோமா பங்டேட்டம்** (Amblystoma punctatum) என்ற தவளை இனத்தின் செரிமானக் குழாயில் தோன்றும் புரதத்தைச் செரிக்கும் நொதிகளான பெப்சின், டிரிப்சின் (pepsin, tripsin) என்ற இரண்டு நொதிகளின் தோற்றத்தைக்கொண்டு நொதிகள் பொதுவாக எந்தவிதமான நொதி இயற்பியல் வழிமுறைகளில் தோற்றுவிக்கப்படுகின்றன என்பது விளக்கப்படலாம் (Dorris, 1935). பெப்சினைச் சுரக்கும் வயிற்றுச் சுரப்பிகள் (gastric glands) வயிற்றின் சுவர்களில் வளர்ச்சியுறுகின்றன. இந்தச் சுரப்பிகள் தோன்றுவதற்குமுன் உணவுக்குழாயிலுள்ள எல்லாப் பாகங்களும் தெளிவாகவும் இதற்கு முன்பேயும் அடையாளம் தெரிந்து கொள்ளுமளவிற்கு வளர்ந்து விடுகின்றன. 40ஆம் படிநிலையில் வயிற்றின் சுவர் தூண்எபித்தீலியத்தினால் (columnar ebithelium). மூடப்பட்டிருக்கிறது இந்தச் செல்களில் பல எண்ணிக்கையுள்ள பெரிய மஞ்சட்கரு (yolk) தட்டுகள் காணப்படுகின்றன. 41ஆம் படிநிலையில் இதற்குக் கீழே கிடக்கும் எபித்தீலியத்தினுடைய செல்கள் ஒன்றுக்கொன்று சேர்ந்து ஒரு கூட்டமாகக் காணப்படுகின்றது. ஒவ்வொரு கூட்டமும் ஒரு வயிற்றுச் சுரப்பியின் மூலக்கூறுக இருக்கிறது. 42ஆம் படிநிலையில் ;சுரப்பி மூலக்கூற்றின் செல்கள் வட்டவடிவான அடுக்காக அடுக்கப்பட்டு விடுகின்றன. இவைகளுக்கு நடுவில் ஒரு குழி தோன்றுகிறது. இதுதான் சுரப்பியின் உள்ளிடமாகும் (lumen) (படம் 55 அ, ஆ, இ, ஈ). 43ஆம் படிநிலையில் சுரப்பியின் உள்ளிடம் ஒரு மென்மையான கனசதுர எபித்தீலியத்தால் சூழப்பட்டிருக்கிறது (cuboidal epithelium). இந்த உள்ளிடம் ஒரு குறுகிய நாளத்தின்மூலம் வயிற்றறையுடன் தொடர்பு கொள்கிறது. இப்பொழுது செல்களிலுள்ள மஞ்சட்கருத் துகள்கள் மறைந்துவிடுகின்றன.

பெப்சின் முதலில் 42ஆம், 43ஆம் படிநிலைகளில் வயிற்றுச் சுரப்பிகளில் தோன்றுகின்றது. இதற்கு முந்திய நிலையிலும், இந்த நிலையிலும் வயிற்றில் எந்தவிதமான பெப்சினும் ஒரு சிறிதளவு கூடக் காணப்படவில்லை. மேலும் இதற்கு முந்திய நிலையிலாவது

அல்லது பிந்திய நிலையிலாவது வளர்கருவின் மற்றைய பாகங்களில் காணப்படவில்லை. 42ஆம் படிநிலையில் புற அமைப்பியல் பண்புகளைக்கொண்டு அவைகள் தங்களின் தனிச்சிறப்பான செயல்களைச் செய்வதற்கு முன்பே வேறுபடுத்திக் காணமுடிகிறது. அவற்றின் சிறப்புச்செயல் பெப்சின் நொதியைத் தோற்றுவிப்பதாகும். 42ஆம் படிநிலையின் சுரப்பியின் புற



படம் 55.

அம்பிலிஸ்டோமா பங்டேட்டம் வளர்கருவில், 40 (அ), 41 (ஆ), 42 (இ), 43 (ஈ) படிநிலைகளில் இரைப் பையினுள், இரைப்பைச் சுரப்பிகள் வளர்ச்சியுறுவதைக் காட்டுகிறது.

1. வயிற்றின் குழி; 2. வயிற்றுச் சுரப்பியின் குழி; 3. உணவுக் குழாயைச் சுற்றிக் கொண்டிருக்கும் உடற்குழி நடு அடுக்கு.

அமைப்பியல் மாறுபாடடைதல்கள் முற்றிலும் நடைபெறுவதில்லை. இது 43ஆம் படிநிலையில் இரத்தச்சுரப்பிகள் அவைகளின் முடிவான அமைப்பை அடைவதிலிருந்து தெரியவருகிறது. கணையத்தில் டிரிப்சின் முதல்முதல் 43வது படிநிலையில் காணப்படுகிறது. 41ஆம் படிநிலையில் கணையத்தில் (குறிப்பாக முதுகுபுறக்கணையத்தில்) கணைய அசினை (pancreatic acini) அல்லது

கொத்து முதன்முதல் காணப்படுகிறது. அவைகள் மிகவும் வெளிப்படையாக 42ஆம் நிலையிலும் முற்றிலும் மாறுபாடடைந்த முதுகுபுறக் கணையம் 43ஆம் படிநிலையிலும் காணப்படுகிறது. வயிற்றுச்சுரப்பிகளில் இருப்பதைப்போலச் சுரப்பிப் பாகங்கள் முதலில் இடம் அமர்த்தப்படுகிறது. டிரிப்சினைச் சுரக்கும் செயல் சிறிதுகாலம் கழித்தே தோன்றுகிறது. சலமாண்டர் (salamander) லார்வாக்களில் வாய் 42ஆம் படிநிலையில் வெளித்திறக்கிறது. பொதுவாக 44ஆம் படிநிலையில்தான் லார்வா உணவு உட்கொள்ளத் தொடங்குகிறது.

புதிய புரதங்களைத் தடைக்காப்பியல் முறைகளில் கண்டறிதல் (Detection of New Proteins by Immunological Methods) : ஏதாவது சில எடுத்துக்காட்டுகளில் அவைகளின் மாறுபாடடைந்த திசுக்களின் தனிப்பொருள்களை வேதியியல் முறையில் கண்டுபிடிக்க முடியவில்லையென்றாலும் தடைக்காப்பியல் முறைகளில் (immunological) கண்டுபிடிக்கப்படலாம். சீமைப் பெருச்சாளி (Guinea pig) அல்லது முயல் இந்தப் பரிசோதனைகளுக்கு மிகவும் பொருத்தமான விலங்குகளாகும். வழக்கமாக எந்தத் திசுவைப்பற்றி ஆராயப்படப் போகிறதோ அதற்கு எதிராகச் சீமைப்பெருச்சாளி, முயல் ஆகியவற்றிற்குத் தடைக்காப்புச் செய்யப்படுகிறது. இந்தக் காரணத்திற்காகத் திசு நன்றாக அரைக்கப்படுகிறது. அல்லது அவற்றின் சாறு பிழிந்தெடுக்கப்படுகிறது. இந்தச் சாறு எந்த விலங்குக்குத் தடைக்காப்புச் செய்யவேண்டுமோ அந்த விலங்கினுள் செலுத்தப்படுகிறது. உட்செலுத்தப்பட்ட விலங்குகள் ஆன்டிபாடிகளை (antibody) அல்லது உயிரின தற்காப்புப் பொருள் அல்லது எதிர்ப்பொருள்களைத் தோற்றுவிக்கின்றன. இந்த எதிர்ப்பொருள்கள் பரிசோதனை செய்யப்பட்ட திசுவின் புரதத்திற்கு எதிராக அதனுடைய இரத்தப் பிளாஸ்மாவில் தோற்றுவிக்கப்படுகின்றன. தடைக்காப்புச் செய்யப்படுவதற்கு உபயோகப்படுத்தப்படும் புரதம் ஆன்டிஜன் (antigen) அல்லது காப்பு மூலம் என்றழைக்கப்படுகிறது. உயிர் தற்காப்புப் பொருள்கள் மீண்டும் அதே காப்பு மூலத்துடன் தொடர்பு கொள்ளும்படி கொண்டு ரப்பட்டால் உயர்தரமான தனித்தன்மையுடைய எதிர்ச்செயல்விளைவு இடம்பெறுகிறது. அதாவது உயிர் தற்காப்புப்பொருள்கள் அதேவகையான காப்பு மூலத்துடன் அல்லது அதோடு மிக நெருங்கிய மூலத்துடன் மட்டுமே எதிர்ச்செயல் விளைவுபடும்.

ஒரு திசுவின் வடிசார் காப்பு மூலத்தைக் கொண்டிருக்கிறது. அதனோடு தடைக்காப்புச் செய்யப்பட்ட விலங்கினுடைய

இரத்தப் பிளாஸ்மா விரவப்பட்டால் அல்லது சேர்க்கப்பட்டால் படிவாக்க எதிர்ச்செயல் விளைவு நிகழ்கின்றது. காப்புமூலம் உறைவுற்றுப் படிவம் அல்லது வெண்படிவம் தோன்றுகிறது (Cooper, 1948; Tyler in Willer and Hamburger 1955, Holtzer, 1961).

பின்வரும் பரிசோதனை படிவாக்க முறையில் செய்யப்பட்டு அவற்றிலிருந்து கிடைத்த சில உண்மைகளுக்கு எடுத்துக் காட்டாக அமைகிறது (Burke-Sullivan, Petersen and Weed, 1944). பரிசோதனைத் தேர்வாய்வு விலங்குகள் முதிர்கோழியின் திசுக்களை உட்செலுத்துவதனால் தடைக்காப்புச் செய்யப்படுகின்றன. இந்த வழியில் எதிர்-உறுப்பு-சீரங்கள், மூளை, கண்வில்லைகள், சிறுநீரகம், எலும்புமச்சை, சிவப்பணுக்கள், அண்டங்கள், விந்தகங்கள் போன்றவைகளுக்கு எதிராகச் சீரங்கள் தயாரிக்கப்பட்டன. இந்த எதிர்ச்சீரங்கள் கோழியின் கரு வெவ்வேறு வளர்ச்சிப் படிநிலைகளிலிருக்கும்பொழுது அவற்றில் காணப்படும் வெவ்வேறு உறுப்புகளின் திசுக்களின் சாற்றிற்கு எதிராகப் பரிசோதிக்கப்பட்டன. இரண்டிற்கிடையில் நடைபெறுகின்ற எதிர்ச்செயல் விளைவுகள் முதிர் விலங்கினுடைய குறிப்பிட்ட திசுப்பொருள்கள் (காப்புமூலம்) வளர்கருவின் உறுப்புகளில் முன்னரே இருக்கின்றன என்பதை நிருபிக்கப்படுகின்றன. பின்னால் கொடுக்கப்பட்டிருக்கும் குறிப்பு மிக முந்தியநிலையில் முதிர்த் திசுவின் காப்புமூலம் கண்டுபிடிக்கப்படலாம் என்பதைக் காட்டுகிறது.

மூளை	—	11 நாள்கள்
கண்வில்லைகள்	—	7 நாள்கள்
சிறுநீரகம்	—	9 நாள்கள்
சிவப்பணுக்கள்	—	4 நாள்கள்
அண்டம் } விந்தகம் }	—	11 நாள்கள்

ஒவ்வோர் எடுத்துக்காட்டும் காப்புமூலம், திசுக்கள், திசுக்களாக மாறுபாடடைந்துகொண்டிருக்கும் மிகப் பிந்திய நிலையிலேயே கண்டுபிடிக்கப்படுகிறது என்று காட்டுகிறது. சில குறுக்கு எதிர்ச்செயல் விளைவுகள் (cross reaction) காணப்படுகின்றன. அதாவது ஓர் எதிர் சீரம் தடைக்காப்புச் செய்வதற்கு உபயோகப்படுத்தப்பட்ட கொடையாளியின் சீரத்துடனல்லாமல் வேறொரு திசுவினுடன் எதிர்ச்செயல் விளைவுபடுவதாகும். அதாவது வெவ்வேறு உறுப்புகளின் பொருள்களை முழுமையாகத் தனித் தனியாகக் குறித்துச் சொல்ல இயலாது.

இந்தப் பரிசோதனைகளின் நுணுக்கங்கள் நாம் எதிர்பார்த்த அளவுக்கு உயர்ந்த தரமான திட்டவட்டமான முடிவுகளைக் கொடுக்கவில்லை. இந்தக் கருத்தையே பல விஞ்ஞானிகளும் கூறியிருக்கிறார்கள் (Ten-cake and Doorenmaalem, 1950). எவ்வாறிருப்பினும் பிற்காலத்திய ஆராய்ச்சிகள் கண்விலைகளில் தோன்றும் தனிப்பொருள்களின் வளர்ச்சிக்கு மட்டும் கட்டுப்படுத்தப்பட்டிருக்கிறது. முயல்கள், கோழி, தவளை கண்வில்லைச் சாறுகள் உட்செலுத்தப்படுவதால் தடைக்காப்புச் (immunized) செய்யப்பட்டன.

கோழியில் இயல்பான சாதகமான எதிர்ச்செயல் விளைவு 58 மணிநேர கோழியின் கண்வில்லைத் திசுவுடன் நேர்ந்தது. தவளையில் 19ஆம் படிநிலையிலுள்ள கருவின் திசுவினால் ஏற்படுத்தப்பட்டது. இந்தப் பரிசோதனைகளில் முதல் சாதகமான எதிர்ச் செயல் விளைவுகள் மாறுபாடடைதலில் மிகமிக இளநிலையிலுள்ள கண்வில்லைகளைக்கொண்டு பெறப்பட்டது. 58 முதல் 60 மணி நேரக் கோழிக்கருவின் கண்வில்லை ஒரு பை போன்ற வடிவில் இருக்கிறது. இது இன்னும் மேல் தோலுடன் இணைக்கப்பட்டிருக்கிறது. இதனுடைய உட்சுவரில் இன்னும் நாரிழைகள் மாறுபாடடையாததனால் உட்சுவர் தடிக்கவில்லை 19ஆம் படிநிலையிலுள்ள தவளையின் வளர்கருவிலுள்ள கண்வில்லை மூலக்கூறு இன்னும் நன்றாக வளர்ச்சி பெறவில்லை. அது இன்னும் பையைக்கூடத் தோற்றுவிக்கவில்லை. கண் பையினுடைய கண் மணியில் (pupil) ஒரு தடிப்புக் காணப்படுகிறது. உறுப்புக்குத் தனித்தன்மையுடைய பொருள்கள் உறுப்பு மூலங்கள் தோன்றிய உடனேயே காணப்படலாம். இந்நிலை இந்த உறுப்பு மூலங்கள் எந்தவித வெளிப்படையான திசு மாறுபாடடைதல்களைக் காட்டுவதற்கு முன்பே காட்டப்படுகிறது.

விலங்கினுள்ளே இருக்கும் சூழ்நிலை மாறுபாடடைதலைக் கட்டுப்படுத்துதல் (Control of Differentiation by Intraorganismic Environment): மாறுபாடடைதல் ஏதோ ஓர் அளவு தலைகீழாக்கப்படலாம் அல்லது முந்தைநிலைக்கு மீட்கப்படலாம் (reversion). சாதாரண விலங்கில் திசுக்கள் தங்கள் புறஅமைப்பியல் உடற்செயலியல் தனிச்சிறப்புகளைப் பராமரிப்பதற்கு அவைகளைச் சூழ்ந்திருக்கும் சூழல் (environment) மிகவும் தேவையான ஒன்றாக இருக்கிறது. அறுகாலிகளிலுள்ள கைட்டின், கியூட்டிக்கிள் அல்லது பாலூட்டிகளின் உரோமம் போன்ற வெளிப்படையாகத் தெரியும் உயிரற்ற பாகங்களைத்தவிர மற்ற எல்லா விலங்கு உறுப்புகளும் இயல்பாகக் காணப்படும் சூழ்நிலை மாறினால் அவற்றின் உருவம் மாறலாம் அல்லது கரைந்து போகலாம் அல்லது சிதைந்து கீழ்நிலை யடையலாம்.

விலங்குகளில் ஏற்படுத்தப்படும் காயம் (wound) அல்லது விலங்கின் உறுப்புகளின் அல்லது திசுக்களின் சில பாகங்களை வெட்டியெடுத்தல் (explantation) மூலமாக அதனுடைய உடலின் உருக்குலையா நிலை மாற்றப்படுவதால் விலங்கின் புறஅமைப்பியல் முழுமையான அமைப்பாக்கம் இளக்கப்படுவதோடல்லாமல் இதற்கு மேலும் சில கீழ்ச் செயல்கள் எதிர்பார்க்கப்படலாம்.

இரத்தப் பிளாஸ்மா உறைவில் அல்லது ஏதாவதொரு தகுந்த ஊட்டகத்தில் திசுக்களின் சிறுபாகங்களை வளர்ப்பது திசுக்களின் திசுவழிபாறுபாடடைந்தநிலை (histological differentiation) எந்த அளவுக்குத் திசுமாறுபாடடைதலின் முந்தைய நிலையை அடைகிறது என்பது ஆராய்ச்சி செய்வதற்கு மிகவும் பொருத்தமான பரிசோதனை முறையாக இருக்கிறது. திசு வளர்க்கும் முறையில் செல்லிடை அமைப்புகளான இணைப்புத் திசுநார்கள், குருத்தெலும்பு ஆகியவைகளின் இடையீட்டுப்பொருள் அல்லது மாட்ரிக்ஸ் (matrix) போன்றவைகள் அழிக்கப்படுகின்றன. அவற்றிலுள்ள சாதாரண வரிசைக்கிரமமான அமைப்புக் கரைக்கப்படுகிறது. செல்களின் நுண்ணுறுப்புகளுங்கூட (organoids) மறைந்து விடுகின்றன (மையோ நுண்ணிழைகள், சீலியா). வெவ்வேறு திசுக்களிலிருந்து எடுக்கப்பட்ட செல்கள் ஏறத்தாழ ஒரேவகையான தோற்றத்தை அடைகின்றன. இந்தத் தோற்றம் இன்னும் மாறுபாடடையாத செல்களின் தோற்றத்திற்கு ஒப்பான தோற்றமாகக் காணப்படவில்லை. ஆராய்ந்து காணப்படாத இந்தச் செய்தியை நம் கருத்திற்கேற்றாற்போல் மாறுபாடடைதலின் முன்னை நிலை அடைதல் (de-differentiation) அல்லது மாறுபாடடைதலின் நீக்கம் என்று அழைக்கப்படுகிறது.

மாறுபாடடைதலில் செல்களில் காணப்படும் நியூக்ளிக் அமிலத்திற்கு ஏற்றாற்போல் புரதங்களின் அளவு அதிகரித்துக் கொண்டே செல்கின்றது என்பதை முன்பே கண்டிருக்கிறோம். மாறுபாடடைதல் முந்தையநிலையை அடையும்பொழுது இந்த நிலைக்கு முற்றிலும் எதிர்மாறான நிலையை அடையும்பொழுது செல்களின் இயற்பியல் செயற்படும் நுணுக்கங்கள் உடைக்கப்பட்டுவிடுகின்றன. செல்களில் காணப்படும் புரதத்தின் அளவை உட்கரு ஆக்கப்பொருள் அளவுகளுடன் ஒப்பிட்டுப் பார்க்கும் பொழுது குறைவாகவே காணப்படுகின்றது. இதுதான் இந்த எடுத்துக்காட்டுகளில் உண்மையில் நடைபெறுகின்றது. கோழிக் குஞ்சு இருதயத்திலிருந்து எடுக்கப்பட்ட ஃபைப்ரோபிளாஸ்டுகள் (fibroblasts) உடம்பின் வெளியில் (in vitro) வளர்க்கப்பட்டு அதிலிருந்து புரதத்திலுள்ள நைட்ரஜனையும் டீஆக்ஸிரைபோ நியூக்ளிக் அமிலத்திலுள்ள பாஸ்பரத்தையும் (phosphorous) அள

விட்டறிந்திருக்கிறார்கள். ஆறுநாள்கள் வளர்ந்தபின் ஒவ்வொரு தொகுதி டீ ஆக்ஸிரைபோ நியூக்ளிக் அமிலத்தின் பாஸ்பர அளவிற்கு ஒன்றில் அரையளவு புரதத்திலுள்ள நைட்ரஜன் குறைக்கப்பட்டிருக்கிறது (Davidson and Leslie, 1950).

தசைவளர்பு நிலைமைகளில் செல்கள் மாறுபாடடைதலின் முந்தையநிலையை அடைவதும் அல்லது வளர்கருவின் செல்கள் அவ்வாறு வளர்க்கப்பட்டால் மாறுபாடடைதலின் கீழ்நிலையிலேயே இருப்பதும், இந்தச் செல்கள் அவைகளின் இயல்பான சூழ்நிலையிலிருந்து மாற்றப்பட்டுப் புதியதொரு சூழ்நிலைக்கு இடர்ப்படுத்தப்படுவதாலேயே நிகழ்கின்றன என்பதை அறியலாம். மற்றைய பாகங்களிலிருந்து ஒரு பாகம் பிரித்தெடுக்கப்படுவதும், மேலும் வெட்டப்படுவதால் உண்டாக்கப்படும் அழிவுகளும் இந்த மாற்றப்பட்ட சூழ்நிலையை உண்டாக்குவதற்குச் சாதனக் கூறுகளாக இருக்கலாம். எவ்வாறிருப்பினும் செல்கள் அவைகளின் மாறுபாடடைதல் செயலை இழந்து வளர்வதும் உயிர்மப் பொருள்களைப் பெருக்காமல் இருப்பதற்கு அவைகள் முழுமையான சிதைவுறு விலங்கின் உடம்பினுள் காணப்படும் ஊட்டகத்திலிருந்து மாற்றப்பட்டுத் திசுவளர்பு ஊட்டகத்தினால் சூழப்பட்டிருப்பதே முக்கியமான காரணியாக இருக்கிறது.

இரத்தப் பிளாஸ்மா வளர்கருச்சாறு (embryo extract) சில மாற்றங்கள் கொண்ட ரிங்கர் உப்புநீர் போன்றவைகள் திசு வளர்வதற்குத் தரமான ஊட்டகங்களாக இருக்கின்றன. உப்புகள் செல்களுக்கும் அவற்றைச்சுற்றி அமைந்திருக்கும் சூழ்நிலைகளுக்கும் இடையில் காணப்படும் அயனிகளின் சமநிலையைக் (ionic balance) காப்பாற்றுவதற்குத் தேவைப்படுகின்றன. இரத்தப் பிளாஸ்மா ஃபைப்ரின் என்பதைக்கொண்டிருக்கிறது. இந்த ஃபைப்ரின் (fibrin) உறைந்து திடமான அடிமூலப் பொருளாக (substrate) ஆகிறது. இதன் மேல்செல்கள் வெளிவிரிவடையலாம். இந்த அடிமூலப்பொருள் சிறிது சிறிதாகக் கரைந்து செல்லுக்குத் தேவைப்படுகின்ற ஊட்டப்பொருளைக் கொடுக்கின்றது. வளர்கருவின் பிழிந்தெடுத்த சாறு ஒன்றாக இணையும்படி செய்தால் அது வளர்ச்சியைத் தூண்டும் இயக்கியாக இருக்கிறது. இரத்தப் பிளாஸ்மா, உப்புநீர் (saline solution) இவைகளுடன் வளர்கருவின் சாறு சேர்க்கப்படவில்லையென்றால் செல்கள் அப்படியே வளர்ந்தாலும், மிகமிகக் குறைந்த வேகத்திலேயே வளர்கின்றன. இவைகளில் முன் விளக்கியதைப்போலவே மாறுபாடடைதலும் நடைபெறுகிறது.

இளநிலை வளர்கருவிலுள்ள செல்களைச் சூழ்ந்திருக்கும் சில உயிர்ப்பொருள்களை வளர்கருவின் சாறு இயற்கையிலேயே வைத்திருக்கிறது. திசுவளர்ப்பில் ஒவ்வொரு செல்லும் நடந்து கொள்ளும்முறை அதைச் சுற்றி மூழ்கடித்துக்கொண்டிருக்கும் ஊட்டகம் எந்த வளர்கருவின் படிநிலையிலிருந்து எடுக்கப் பட்டதோ அந்தப் படிநிலைமைகளுக்கு ஏற்ற பண்புகளைக் காட்டும் படி வைக்கப்பட்டிருக்கிறது. ஏழு நாள்கள் வயதுடைய வளர் கருக்கள் வளர்கருச்சாறு தயாரிப்பதற்குப் பொதுவாகப் பயன் படுத்தப்படுகிறது. வளர்ச்சி அதிவேகத்தில் நடைபெறுகிறது. ஆனால், திசுவாக மாறுபாடடையும் செயல் அவ்வளவாக முன்னேறவில்லை. இந்த விளக்கம் உண்மையாக இருக்குமேயானால் செல்களில் படிப்படியாக முன்னேற்றம் அடையும் மாறுபாடடை தல்களை, இவைகளை மீண்டும் வயதுவந்த வளர்கருவின் சாறு களுக்குள் வைப்பதனால் தோற்றுவிக்கப்படுவது சாத்தியக் கூறாகவே இருக்கிறது.

மேலே குறிப்பிட்ட இந்தக் கருத்தின் அடிப்படையில் பின் வரும் பரிசோதனை நடத்தப்பட்டிருக்கிறது (Gaillard, 1942). 16 நாள்கள் வயதுடைய கோழியின் வளர்கருவிலிருந்து ஆஸ்டியோ பிளாஸ்டுகள் (Osteoblasts) எடுக்கப்பட்டு இரண்டு வரிசைகளாக வளர்ப்பு ஊட்டகங்களில் வைக்கப்பட்டன. இந்தத் திசுக்கள் காரெல் குடுவைகளில் (Carrel flasks) வைக்கப்பட்டிருக்கும் இரத்தப் பிளாஸ்மா உறைவின்மேல் வைக்கப்பட்டு அதனோடு வளர்கருச் சாறும் சேர்க்கப்பட்டு வளர்க்கப்படுகின்றன. வளர் கருச்சாறு ஒவ்வோர் இரண்டு நாள்களுக்குப்பின் மாற்றப்படு கிறது. ஆனால், முதலாவது வரிசையில் வளர்கருச்சாறு ஏழு நாள்கள் வயதுடைய வளர்கருவிலிருந்து தயாரிக்கப்பட்ட அதே சாற்றைக் கொண்டிருக்கிறது. முதலாவதைத் தவிர இரண்டாவது வரிசையில் வயதுவந்த வளர்கருக்களின் (older embryos) தொடர்ந்துவரும் 10ஆம் நாள், 12ஆம் நாள், 15ஆம் நாள், 18ஆம் நாள் போன்ற ஒவ்வொரு படிநிலைகளிலுள்ள வளர்கருக்கள் சாறுகள் தயாரிப்பதற்கு எடுத்துக்கொள்ளப்படுகின்றன. இதன் பின் புதிதாக முட்டையை விட்டு வெளிவந்த குஞ்சின் சாறும் கடைசியில் முதிர்ந்த கோழியின் இரத்தச்சீரமும் (serum) தயாரிக்கப்படுகின்றன. படிப்படியாக நாம் சாறுகளை மாற்றுவது முன்னேறிச்செல்லும் வளர்ச்சியில் திசுக்களின் திரவத்தில் ஏற்படும் மாற்றங்களைப் பாவனை செய்வதுபோல் அமைகிறது. இந்தப் பரிசோதனைகள் நாம் எதிர்பார்த்த எண்ணத்திற்கேற்ற அதே முடிவுகளையே கொடுத்தன. அதாவது முதலாவது வளர்ச்சி ஊட்டகப் பொருள்கள் வளர்ந்தன ; உயிர்மப் பொருள்கள்

அதிகரிக்கப்பட்டன. ஆனால், எந்த ஒரு மாறுபாடடைதலும் தோன்றவில்லை. அதேநேரத்தில் எலும்பு இரண்டாவது வளர்ச்சி ஊட்டகத்தில் வளர்ச்சியுற்றது.

மாறுபாடடைதலின் முந்தைய நிலையை அடைந்த செல்கள் வெளிப்படையாக எளிமையாக்கப்பட்டபோதிலும் அவைகள் கருநிலைச்செல்களின் நிலைக்குத் தலைகீழாக மாற்றப்படவில்லை. எண்ணிறந்த பரிசோதனைகளிலிருந்து கிடைத்த சான்றுகள் மாறுபாடடைந்த செல்கள், மாறுபாடடைதலின் முந்தைய நிலையை அடையும்பொழுது அவைகள், தங்களின் திசுவியல் தனிப் பண்புகளைத் தங்கவைத்துக்கொள்கின்றன. ஆனால், புதிதாகப் போட்டியிடும் (competence) தன்மைகளை அவைகள் பெறுவதில்லை. சிறுநீரகத் திசுவைத் தனியாக வளர்த்தால் அவைகள் அமைப்பை இழந்து அதனுடைய உள்ளார்ந்த செல்கள் ஒழுங்கு முறையில் அமைக்கப்படாத அடுக்காகவோ அல்லது தட்டாகவோ வளர்கின்றன. ஆனால், அவைகள் சிறுநீரகச் செல்களாகவே இருக்கின்றன. அவைகளுக்குச் சாதகமான நிலைமைகள் கொடுக்கப்பட்டால் அவைகள் மீண்டும் சிறுநீரக நுண்குழாய்களாகத் தங்களை வரிசைப்படுத்திக்கொள்கின்றன.

இதுபோலவே குருத்தெலும்பு மாறுபாடடைதலின் முந்தைய நிலையை அடையலாம். குருத்தெலும்புச் செல்கள் வரியற்ற திரட்சிகளாக வளர்கின்றன: அவைகளை இணைப்புத்திசு திரட்சிகளிலிருந்து பிரித்து அடையாளம் கண்டுகொள்வது மிகவும் கடினமான ஒன்று. வளர்ப்பு ஊட்டகம் குறைந்த அளவு வளர்ச்சியை மேலோங்கச் செய்யும் பொருள்களைக் கொண்டிருக்கும்பொழுது வளர்க்கப்படும் திசுக்கள் மிகவிரைவில் வளராத நிலையில் அதில் வைக்கப்பட்டிருக்கிறது (குறைந்த அளவு வளர்கருச்சாறு); அல்லது ஊட்டகத்தில் அடிக்கடி போதுமான அளவு புதிய ஊட்டகப் பொருள்கள் மாற்றப்படாமலிருந்தாலும் புதியதொரு மாறுபாடடைதல் நிகழ்வது சாத்தியமாகிறது. இது நேரிடும்பொழுது முந்தையநிலைக் குருத்தெலும்புச் செல்கள், மீண்டும் குருத்தெலும்பு மாட்ரிக்சைச் சுரக்கின்றன. இதிலிருந்து அவைகள் தங்களின் செயற்படும் தனிப் பண்பைப்புறஅமைப்பியலில் எளிமையாக்கப்பட்டாலும் தங்க வைத்துக்கொள்கின்றன என்பதைக் காட்டுகிறது.

திசு வளர்ப்பில் திசுக்கள் ஒன்றிலிருந்து மற்றொன்று பிரிவதற்குக் காரணம் அவைகளிடையே காணப்படும் இணைப்புகள் அறுந்துவிடுவதேயாகும். சாதாரண திசுக்களில் இந்த இணைப்புகள்

தாம் அவைகளை ஒன்றுடன் ஒன்று இணையும்படி செய்கின்றன. சிறப்பாக எபித்தீலியத் திசுக்களில் தொடர்பு முழுமையாக அறுபடுவதில்லை. இந்தத் திசுக்கள் வெளியில் வளர்க்கப்படும்பொழுது கூட (invitro) ஒன்ருக இணைந்து ஒரு தகடுபோல் இருக்கின்றன. இவைகள் பரிசோதனையாளர்களின் கட்டுப்பாட்டினுள் வைக்கப்பட்டபொழுதும் இதே நிலையில்தான் காணப்பட்டன. ஆகவே, நேரான வழிமுறைகளில், திசுக்களின் செல்களைத் தனித்தனியாகப் பிரிப்பதற்கு முயற்சிகள் எடுக்கப்பட்டன. இவ்வாறு தனித்தனியாகச் செல்கள் பிரிக்கப்படுவதால் மற்றைய செல்களுடன் இணைந்து அவைகள் முன்னரே பெற்ற பண்புகளை ஒவ்வொரு தனிப்பட்ட செல்லும் எந்த அளவுக்குத் தங்கவைத்துக்கொண்டிருக்கின்றன என்பதைப் பரிசோதித்தறியலாம். திசுக்களைச் சிறப்பாகத் தயாரிக்கப்பட்ட சிறிய கண்ணுடி உரலில் (mortar) வைத்து நன்ருக அரைப்பதனுல், குறிப்பாகக் கருநிலைத் திசுக்களை அரைப்பதனுல் அவைகளின் கூட்டங்கள் கலைக்கப்படலாம். தேவையான அளவிற்குத் தனிப்பட்ட செல்கள் உயிருடன் இருக்கின்றன. இவைகள் இதற்குமேல் செய்யப்படவேண்டிய ஆராய்ச்சிக்குப் பயன்படுத்தப்படுகின்றன (Weiss and Andres, 1952). இதைவிடச் சிறப்பான, செம்மையான, மென்மையான பரிசோதனையில் இந்தத் திசுக்களைச் சுண்ணமும், மாங்கனீசும் அற்ற உப்பு நீரில் (saline) அடர்த்தி குறைந்த டிரிப்சின் (trypsin) நொதிக் கரைசலுடன் வேதியியற்செயற்பாடு அடையும்படி செய்வதாகும். இந்த வேதியியற் செயற்பாட்டுமுறை செல்கள் ஒன்றிலிருந்து மற்றென்று விரிவதைத் தோற்றுவிக்கிறது. இந்த வழிமுறைகளில் முழுமையாகப் பிரிக்கப்பட்ட தனித்தன்மையுடைய திடகார்த்தமான செல்களைக் கொண்ட ஒரு தொங்கல்நிலைக் கரைசலைப் பெறமுடிகிறது. இந்தத் தொங்கல்நிலைக் கரைசல் வேருெரு ஊட்டகத்தினுள் வைக்கப்படலாம். அப்படி வைக்கப்பட்டால் செல்கள் மீண்டும் திரட்சியை அடையமுடியும். மேலும் சாதகமான நிலைமைகளில் மாறுபாடடைதல் வேலைகளைச் செய்யத் தொடங்கிவிடுகின்றன. சில பரிசோதனைகளில் திசுக்களை வளர்ப்பதற்கு உபயோகப்படுத்தப்பட்ட அதே ஊட்டகத்தைப் பயன்படுத்துகிருர்கள். அதாவது குறைக்கப்பட்ட வளர்கருவின் வடிசாறு ஆகும். இது மாறுபாடடைதலை எளிதாக்குகிறது. வேறு சில பரிசோதனைகளில் செல்களின் தொங்கல் கோழி வளர்கருவின் சிரையினுள் செலுத்தப்படுகிறது. இந்தச் செல்கள் குருதிமண்டலத்தின் வழியாக எல்லாப் பாகங்களுக்கும் பரவச் செய்யப்படுகிறது. தனிச்செல்கள் அல்லது சிறிய செல் கூட்டங்கள் வளர்கரு உடலின் வெவ்வேறு பாகங்களில் குடியமர்த்தப்படுகின்றன. இந்தச் செல்கள் கோரியோ-அல்லன்டாய்ஸ்

இல் (chorioallantois) நிலைநிறுத்தப்படுகின்றன. இந்தச் செல்கள் விருந்தோம்பித் திசுக்களுடன் ஒன்ருக்கப்படலாம் (incorporated) அல்லது எங்கும் பரவலாகக் காணப்படாமல் குறிப்பிட்ட சில இடங்களில் மட்டும் சிறிய வளர்ச்சிகளாகத் தோன்றலாம். இது டிரெட்டோமா (teratoma) என்றழைக்கப்படுகிறது (Andres, 1953).

செல்கள் முழுமையாகத் திரட்சி நிலையிலிருந்து வேறுபட்டுத் தனித்தனியாக்கப்பட்ட நிலைகள் வழியாகக் கடந்து சென்ற பின்னும்; இரத்தப் பிளாஸ்மா உறைவிலோ அல்லது உயிர்வாழ் வளர்கருவின் கோரியோ-அல்லன்டாய் பையிலோ அவைகள், தங்களின் தனிப்பட்ட மாறுபாடடைதலை மீண்டும் செய்வது இந்தப் பரிசோதனைகளின் மிக முக்கிய முடிவாக இருக்கிறது. மூளைத் திசுவின் திரட்சி, தசை, குறுத்தெலும்பு, எலும்பு, சிறு நீரக நுண்குழாய்கள், சுரப்பித் திசுக்கள், புறத்தோலடுக்கு (epidermis) போன்றவைகளும் பொதுவாகத் தெளிவாக மாறு பாடடைந்த பிறகு முதல் மூலத்தைக் கொண்டவைகள் எல்லாம் சிஸ்ட் (cyst) வடிவம் கொண்டவைகளாக வெவ்வேறு பரிசோதனை களில் காணப்படுகின்றன. இந்தப் பரிசோதனைகளில் தோன்றும் திசுக்களின் வகை, தொகைப்படுத்தப்பட்ட கூட்டு, செல் தொங்கல், எந்நிலையிலிருந்து எடுக்கப்பட்டது என்பதைச் சார்ந்தே யிருக்கிறது. மேலும், வளர்கருவின் எந்நிலையிலிருந்து இந்தச் செல்கள் பெறப்பட்டிருக்கின்றன என்பதும், வளர்கருவின் எப் பாகம் எடுக்கப்பட்டிருக்கிறது என்பதும், திசுக்களின் வகைகளைத் தொகைப்படுத்தப்படுவதுடன் தொடர்புடையதாகவே காணப் படுகிறது. இதுவரை கிடைத்துள்ள முடிவுகள் ஊகித்துக் கொண்டதற்கு ஏற்றதாகவே இருக்கின்றன. அதாவது ஒவ்வொரு மாதிரிச் செல்லும் தனித்தனியாகப் பிரிக்கப்பட்டபின் அத னுடைய முந்தியநிலை மாறுபாடடைதலுக்கு ஒத்திசைந்து மாறு பாடடைகின்றது என்பதாகும். ஆகவே, செல் தொங்கல் (cell suspension) முழுமையான வளர்கருவிலிருந்து தயாரிக்கப் பட்டிருந்தால் டிரெட்டோமா (teratoma) பலவகைப்பட்ட திசுக் களைக் கொண்டிருக்கிறது. நரம்புத் திசு, தசைகள், சுரப்பிகள் போன்றவைகளும் டிரெட்டோமாவில் காணப்படுகின்றன. கை, கால் மொட்டுகள் மட்டும், செல் தொங்கல் தயாரிப்பதற்குப் பயன்படுத்தப்பட்டால் டிரெட்டோமா, மேல்அடுக்கு, குறுத் தெலும்பு, எலும்பு, மீசன்கைம் போன்றவைகளைக் கொண்டிருக் கிறது. ஆனல், நரம்பு, தசை, சுரப்பித் திசுக்கள் காணப்பட வில்லை (Andres, 1953).

செல் தொங்கல்களிலிருந்து வளர்ச்சியுறும் அமைப்புகள் வெவ்வேறு மாதிரி மாறுபாடடைதலைக்கொண்ட குழப்பநிலையைக் காட்டவில்லை என்பது வியப்பிற்குரியதாக இருக்கிறது. இதற்கு மேலும் அவைகள் சாதாரண வளர்கருவின் உறுப்பு மூலக்கூறுகளை ஒத்த பாகங்களைத் தோற்றுவிக்கின்றன. வெவ் வேறு வகையான திசுக்கள் ஒவ்வொன்றிலிருந்து தனித்தனியாகப் பிரிக்கப்பட்டு ஒவ்வொரு திசுவும் கண்டறியக்கூடிய புற அமைப் பியல் தொகுதிகளாக வரிசைப்படுத்தப்படுகின்றன. நரம்புச் செல்கள் நடுமைய வெற்றிடத்தைக்கொண்ட மூளைக்குழிகளை உருவாக்குகின்றன. சில சமயங்களில் குறுத்தெலும்புச் செல்கள் நீண்ட கோல்களாக வரிசையாக அமர்த்தப்படுகின்றன. அந்தக் கோல்களின் மேற்புறம் சிறிது எலும்பாகவும் மாற்றப்பட்டிருக் கிறது. மேலடுக்குச் செல்கள், அண்மை, சேய்மை புறப்பரப்பு களுக்கிடையில் தெளிவான வேறுபாடுகள் இருக்கும்படியாக வரிசைப்படுத்தப்படுகின்றன. இறகுகளின் முதல்மூலம் (germ) மிகவும் தராதரமான உள்ளமைப்பாக்கத்தைக் காட்டலாம். ஒவ்வொரு திசுத்தொகுதியும் எப்பொழுதும் ஒரு தனிப்பட்ட செல்லிலிருந்து பெறப்பட்டிருக்கிறது என்பது நம்ப முடியாததாக இருக்கிறது. ஆகவே செல்கள் ஏதோ ஒரு வழியில் தங்களை வகைப்படுத்திக்கொள்கின்றன. அதன் விளைவாக ஒரே வகை யைச் சார்ந்த செல்கள் ஒன்றாக இணைந்து கொண்டு அவைகள் தனித்தனியாகப் பிரிக்கப்படுவதற்கு முன்னால் எந்நிலையில் இருந்தனவோ அதற்கொப்பான வரிசைமுறையில் தங்களைப் புதிதாகக் கூட்டுச்சேர்ந்து கொள்கின்றன. செல்களின் இதே செய்முறைகளைத்தான் இருபடைக் கருக்கோளாக்கம், குழலாக்கம் போன்றவைகளிலும் கண்டோம். இந்தச் செய்திகள் குறிப் பிட்ட வகையான செயல்களுக்கிடையில் ஒற்றுமைகள் (affinitiees) இருக்கின்றன என்பதை எடுத்துக்காட்டும் சான்றுகளாக இருக் கின்றன.

வேதியியல் பொருள்கள் மாறுபாடடைதலைக் கட்டுப்படுத்தும் கருவிகள் (Chemical Substances as Means of Controlling Differen_tiation) : திசுச் செல்களின் உண்மையான மாறுபாடடைதல் அவைகளைச்சுற்றி அமைந்திருக்கும் சூழ்நிலையைச் சார்ந்தே இருக் கின்ற காரணத்தால் அவைகளைத் தகுந்த பொருத்தமான வேதி யியற் செயற்பாட்டுக்கு உட்படுத்தப்படுவதினால் அவைகளின் வளர்ச்சியைக் குறிப்பிட்ட பாதைகளில் செல்லுமாறு திசைப் படுத்தப்படுவது சாத்தியமாகவே இருக்கிறது. இதன்மேல் நடத் தப்பட்ட சில பரிசோதனைகள் இந்தக் கருத்தை விளக்குவதற் காக இங்கே விளக்கப்படுகிறது. முதன்முதலில் மாறுபாடடை

தலைக் கட்டுப்படுத்தும் பொருள்களான வைட்டமின்கள், ஹார் மோன்கள் போன்ற வேதியியற் பொருள்களைப்பற்றிக்காண்போம்.

முதுகெலும்புடையவைகளின் பல அடுக்கு எபித்தீலியம் இந்த வகையான பரிசோதனைகளுக்கு ஏற்ற பொருளாக இருக்கிறது. சாதாரண நிலைமைகளில் பல அடுக்கு எபித்தீலியம் (stratified epithelium) பலவகையான வடிவங்களை எடுத்துக்கொள்கின்றது. இந் நிலை முதுகெலும்புடையவைகளின் வெவ்வேறு தொகுப்பு களிலும் ஒரே விலங்கின் வெவ்வேறு பாகங்களிலும் மாறுபட்ட வடிவங்களை ஏற்கின்றன. நிலவாழ் முதுகெலும்புடையவைகளில் புற அடுக்கு எபித்தீலியம் செதில்களால் ஆக்கப்பட்டிருக்கிறது. அதன் மேற்பரப்பு கடினமாக்கப்பட்டிருக்கிறது. ஆனால், மீன்களில் புறத்தோலடுக்கு (epidermis) பலஅடுக்குகளாக இருந்தபோதிலும் செதில்களாக இல்லை. மேலும் அவைகள் கோழைத் திரவத்தைச் சுரக்கும் செல்களைக் கொண்டிருக்கின்றன. நிலவாழ் முது கெலும்புடையவைகளில் கரடுமுரடாக்கப்படலில் (cornification) பல தராதரங்கள் காணப்படுகின்றன. புறப் பரப்பில் அதிகக் கரடுமுரடாகவும் எளிதில் நொறுங்கும் தன்மையுடையதாகவும் இருக்கும்; வாயறையைச் சூழ்ந்திருக்கும் படலத்தில் குறைவாக வும் தொண்டை, உணவுக்குழல் போன்றவைகளில் இதைவிடக் குறைவாகவும் இருக்கின்றது. பெண்குறியின் (vagina) பல் அடுக்கு எபித்தீலியம் மாதவிடு சுழற்சியுடன் உடன்நிகழ்வாக மென்மையை இழந்து கரடுமுரடாக்கப்படுதலும் சுழன்று கொண்டேயிருக்கிறது. புறத்தோலடுக்கு பல எண்ணுள்ள சுரப்பிகளை உற்பத்தி செய்கின்றது. அவைகளில் முக்கியமானது பால் சுரப்பிகளாகும் (mammary glands). இவைகளில் எபித்தீலியம் எளிய தூண் எபித்தீலியமாகிறது. ஆனால், நோயுற்ற நிலைமை களில் இவைகள் கரடுமுரடான முந்தைய நிலைக்குத் திரும்பவும் செல்லலாம் (Pullinger, 1949). முடிவில் பாலூட்டிகளின் உணவுப் பாதையின் அகத்தோல் பாகத்தில் உணவுக்குழாய் (oesophagus) பல அடுக்கு எபித்தீலியத்தினால் சூழப்பட்டிருக்கிறது. அதே நேரத்தில் உணவுக்குழாயின் பின்பகுதி வயிற்றிலிருந்து தொடர்ந்து கோழையைச் சுரக்கும் தூண் எபித்தீலியத் திசுக் களினால் அகவுறையாகச் சூழப்பட்டிருக்கிறது.

பல அடுக்கு எபித்தீலியம் கரடுமுரடான நிலையிலிருந்து கரடு முரடற்ற மாதிரிக்கு உருமாற்றம் பெறுவது உடலுக்கு வெளியில் (in-vitro) சிறு துண்டுகளை வெட்டியெடுத்து வளரவிடும் நிலைமை களில் சுத்தமான வேதியியல் முறைகளில் அந்த நிலையைப் பெறலாம்.. பெண் சுண்டெலியின் இளம் பெண்குறிச் சுவரின் ஒரு சிறிய துண்டை வெட்டியெடுத்துத் திசு வளர்ச்சிக்குப் பயன்

படுத்தப்படும் தரமான ஊட்டகத்தில் வளரவிட்டால் அந்த எபித்தீலியம் கரடுமுரடு ஆவதற்கு எந்த விதமான அடையாளமும் இல்லாமல் அப்படியே இருக்கிறது. எவ்வாறிருப்பினும் பெண்-இன-ஹார்மோன் 3, 17β எஸ்டிராடியால் 3, 17β (estradial) திசுவளர்ப்பு ஊட்டகத்துடன் சேர்க்கப்பட்டால் எபித்தீலியம் செதில்களாக ஆகிறது. அதன் புறப்பரப்பில் கரடுமுரடாக ஆகிறது. மற்றைய இதுபோன்ற எஸ்டிரோஜன் (estrogen) தயாரிப்புகள் அதே விளைவுகளையே வைத்திருக்கின்றன (Hardy, 1953).

இதற்கு எதிர்மாறான உருமாற்றங்கள் வைட்டமின் ஏ யுடன் செல்களை வேதியியல் செயற்பாடுறும்படி செய்தால் அந் நிலையைப் பெறலாம். 7 முதல் 8 நாள்கள் வரை அடைகாக்கப்பட்ட கோழியின் இளம் வளர்கருவின் தோலைச் சாதாரண திசு வளர்க்கும் ஊட்டகத்தில் (இரத்தப் பிளாஸ்மா + வளர்கருச்சாறு) வளர்த்தால் அது அதனுடைய வெளிப் புற எபித்தீலியத்தின்மேல் செதில் கொண்ட கரடுமுரடான அடுக்கு வளர்ச்சியுறுகிறது. இந்த ஊட்டகத்தோடு வைட்டமின் ஏ (vitamin A) சேர்க்கப்பட்டால் இந்த எபித்தீலியத்தை முழுமையாக உருமாற்றம் அடையும்படி செய்து கன சதுர வடிவமொத்த (cuboid) அல்லது கோழையைச் சுரக்கும் தூண் எபித்தீலியமாகிறது. இந்தச் செல்கள் கரடுமுரடாக இல்லாத மாதிரிக்கு மாற்றப்படவேண்டுமானால் இந்தச் செல்கள் தொடர்ச்சியாக வைட்டமின் ஏ யை அதிகமாகக்கொண்ட ஊட்டகத்தில் இருக்கவேண்டியதில்லையென்பது குறிப்பிடத்தக்கதாகும். குறுகிய கால வைட்டமின் 'ஏ' வேதியியல் செயற்பாடுகள் இந்தத் திசுக்களை ஒரு வளர்ச்சிப் பாதையிலிருந்து மற்றொரு வளர்ச்சிப் பாதைக்குத் திசை திருப்பப்படுவதற்குப் போதுமானதாக இருக்கிறது. குறுகிய காலத்தில் வைட்டமின் ஏ எபித்தீலியச் செல்கள் முழுவதையும் அதன் நிலையை அடைவதற்காகத் திசைப்படுத்தப்படுகிறது. கோழியின் வளர்கருவின் தோல் டிரிப்சின் வேதியியற் செயற்பாட்டிற்குட்படுவதால் அந்தத்தோல் தனித்தனிச் செல்களாகப் பிரிக்கப்பட்டு விடுகின்றது. இவ்வாறு பிரிக்கப்பட்ட செல்கள் பின் 0·06 சதவீதம் வைட்டமின் ஏ கரைசலில் 15, 30, 60 நிமிடம்வரை மூழ்கடிக்கப்படுகின்றன. இதற்குப் பின்னால் இந்தச் செல்கள் இரத்தப் பிளாஸ்மா உறைதலுக்கு மாற்றப்பட்டு பல நாள்கள் அதில் வளர்க்கப்படுகின்றன. செல்கள் மீண்டும் திரட்சியுறுகின்றன. சிறப்பான எடுத்துக்காட்டுகளில் குமிழ்களோ அல்லது சிஸ்ட்களோ உருவாக்கப்படுகின்றன. இவற்றில் எபித்தீலியத்தினுடைய தூரத்திய புறப்பரப்பு உள்

நோக்கி வளைக்கப்பட்டிருக்கிறது. மேலும் வெளிப்புறப் பரப்பு இணைப்புத் திசுக்களினால் சூழப்பட்டிருக்கிறது. எல்லாவகையிலும் பொது மாதிரியான பலஅடுக்குச் செதில் எபித்தீலியம் வைட்டமின் 'ஏ'யினால் பதப்படுத்தப்பட்ட (treated) தயாரிப்புகளில் 15 நிமிடம் வைட்டமின் 'ஏ'கரைசலில் வைக்கப்பட்டால், அதுவே செல்களை உருமாற்றம் பெறும்படி செய்து கரடுமுரடற்ற மாதிரியாக மாற்றுவதற்குப் போதுமானதாக இருக்கிறது. அதே நேரத்தில் ஒவ்வொரு இரண்டு நாள்களுக்குப்பிறகு 30 நிமிடங்கள் இந்த எபிதீலியங்களை வைட்டமின் ஏ கரைசலில் கழுவினால் இச் செயல் அந்த எபித்தீலியத்தினுடைய வளர்ச்சியை மேல் நோக்கிச் செல்லும்படி செய்து முடிவில் பொதுமாதிரியான கிண்ணச் செல்களைக் (goblet cell) கொண்ட தூண்எபித்தீலியங்களாக மாற்றுகின்றன (Weiss and James, 1955).

சில திசுக்களின் மாறுபாடடைதலுக்குச் சில தனிப்பட்ட நிலைமைகள் காணப்படவேண்டும். அவற்றில் எபித்தீலியங்களுக்கும் மீசன்கைமிற்கும் இடையில் ஏற்படும் பின்னிய செயல் விளைவுகள் மிக முக்கியமானதாக இருக்கின்றது. பல எபித்தீலிய அமைப்புகளின் முறையான வளர்ச்சியும் இந்த எபித்தீலியத்தில் வரிசைக்கிரமமாக அமைக்கப்பட்டிருக்கும் செல்களின் அமைப்பைப் பாதுகாப்பதற்கும் எபித்தீலியத்தின் (அண்மை) புறப்பரப்பில் இருக்கும் இணைப்புத்திசுவே காரணமாக இருக்கிறது. இளநிலைத் தவளையின் வளர்கருவின் புறத்தோல் அடுக்கு மேலே குறிப்பிட்டதற்குச் சிறந்த எடுத்துக்காட்டாகும். கருநிலைப் புறத்தோல் அடுக்கோடு மீசன்கைமோ நடுஅடுக்கோ இல்லாமல் பிரித்தெடுக்கப்பட்டால் சீக்கிரத்திலேயே அது தன்னுடைய வரிசைக்கிரமத்தை இழந்துவிடுகின்றது. செல்கள் வலைப்பின்னல் போன்ற வரிசைக்கிரமத்தைப் பெறுகின்றன. முடிவில் அவைகள் கீழ்நிலைக்குச்சென்று இறந்துவிடுகின்றன. நடுஅடுக்கு மீசன்கைம் இருந்தால் எபித்தீலியத்தின் வரிசைக்கிரமம் பாதுகாக்கப்படுகிறது. புற அடுக்கு வலிமைமிக்கதாக இருக்கிறது. மேலும் இயல்பான தோலின் புறத்தோல் அடுக்காக மாறுபாடடைகிறது.

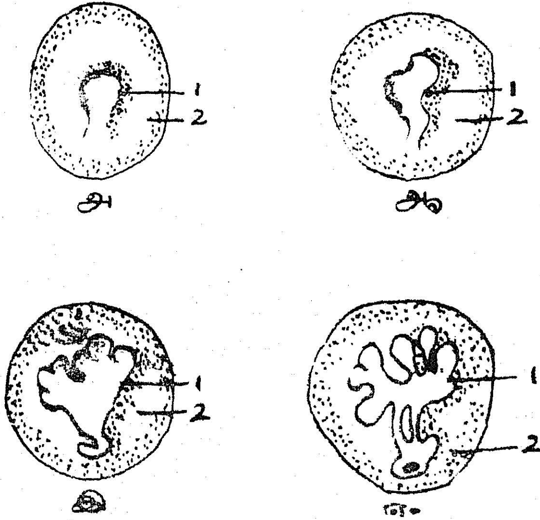
எபித்தீலியச் செல்கள் திசு வளர்ப்புமுறையில் வளர்க்கப்படும்பொழுது அவைகள் செல்களின் தகடு போன்று வளரமுற்படுகின்றன. இந்த எபித்தீலியத் திசுக்கள் ஒன்றுக்கொன்றுக்கும், மற்றொன்றுக்கும் உள்ள தொடர்பைப் பாதுகாத்துக் கொண்டாலும் முதல் மூலத் திசுவிலுள்ள வரிசைக்கிரமமான அமைப்பை அவைகள் பின்பற்றுவதில்லை. நாம் வளர்ப்பதற்கு எடுத்துக்கொண்ட பாகம் எபித்தீலிய அமைப்புகளினுடைய இளநிலை மூலக்கூறுகளிலிருந்து எடுக்கப்பட்டிருக்குமேயானால்

அவைகள் வளர்ச்சியின்பொழுது தோன்றிய அமைப்பு வழி முறைகளைப் பின்பற்றுவதில்லை. உதாரணமாகச் சிறுநீரக நுண் குழாய்களின் எபித்தீலியச் செல்களை எடுத்துத் தனியாக வளர விட்டால் அவைகள் ஒழுங்காக அமைக்கப்படாத தகடு அல்லது இரத்த உறைதலின் மேற்புறப் பரப்பில் விரிந்து கிடக்கும் அடுக்காக உருவாக்கப்படுகிறது. எவ்வாறிருப்பினும் சில இணைப்புத் திசுச்செல்கள் திசு வளர்ச்சியினுள் சேர்க்கப்படுமே யானால் சிறுநீரகச் செல்கள் தகடாக விரிவடைதல் நிறுத்தப் படுகிறது. அவைகள் மீண்டும் மீட்டுருவாக்கப்பட்டுச் சிறுநீரகங் களின் இயல்பான நுண்குழாய்களை நினைவுறுத்தும் வகையில் வளர்கின்றன (Drew, 1923).

சுரப்பிகளின் மூலக்கூறுகள் வெட்டியெடுக்கப்பட்டு உட லிற்கு வெளியில் இணைப்புத் திசுவுடன் அல்லது இணைப்புத் திசு வுடனல்லாமல் வளர்க்கப்படுவதிலிருந்து எபித்தீலியங்கள் இணைப்புத் திசுவைச் சார்ந்திருக்கின்றன என்பது வெளிப்படுத் தப்படுகிறது. சுண்டெலியின் வளர்கருவின் கீழ்த்தாடைச் சுரப்பிகள் (sub-mandibular) கருவுற்ற பதின்மூன்றாவது நாளில் தோன்றுகிறது. இப்பொழுது இடைவெளியில்லாத செண்டு வடிவம்கொண்ட மொட்டாக இருக்கிறது. இது வாய்க்குழி வெளிவளர்ச்சியிலிருந்து (diverticulum) கீழ்நோக்கி இணைப்புத் திசு அடுக்கினுள் நாக்கிற்குப் பக்கத்திற்கு ஒன்றாக வளர்கிறது. சீக்கிரத்தில் எபித்தீலியமொட்டு அடர்த்தி அதிகமான மீசன் கைமினால் (mesenehyme) சூழப்பட்டு ஒரு பெட்டகமாக மாறுகிறது (capsule). பதினான்காவது நாளில் எபித்தீலிய மொட்டின் முனை ஒரு குழியுடையதாக ஆக்கப்படுகிறது. இதுதான் சுரப்பி மூலக்கூறு கிளைப்பதற்குத் தொடங்கும் நிலையாகும். இரண்டு மூலமுதல் கிளைகள் வெளிவளர்ச்சியுறுகின்றன. இவற்றின் ஒரு முனையில் குமிழிபோன்ற (knob-like) தடிப்புக் காணப்படு கிறது. இந்தக் குமிழிமுனை மீண்டும்மீண்டும் பிரிவுறுகிறது. முடிவில் சுரப்பியில் சுரக்கும் அசினை அல்லது கொத்துகளைக் கொடுக்கின்றன. இதே நேரத்தில் மிகவும் அண்மையிலுள்ள பாகங்கள் அதைப் போலவே பிளவுபட்டு ஒன்றாகப் பின்னலுற்ற குழாய் மண்டலமாகிறது. இந்தப் புறவளர்ச்சியும் கிளைத்தலும் எபித்திலியப் பாகங்களில் நடைபெற்றுக்கொண்டிருக்கும் பொழுது பெட்டக மீசன்கைம் கிளைகளைச் சுற்றிக்கொள்கிறது; அவைகளுக்கிடையில் ஊடுருவிச் சென்று இரத்தச் சுரப்பியின் இணைப்புத்திசுவாக வடிவெடுக்கிறது. காலம் கடந்த நிலையில் நாளங்களும் அசினைகளும் '(acini) வெறுமையாக்கப்படுகின்றன.

சுரப்பி மூலக்கூறுகளை வெட்டியெடுத்து உடலின் வெளியில் (in vitro) இரத்தப் பிளாஸ்மா உறைதலில் வளரவிடும்பொழுது

முழுமையான வளர்ச்சியை நன்முகக் காணமுடிகிறது (படம் 56) (Borghese, 1950). பதின்மூன்முவது நாளில் தோன்றும் கீழ்த் தாடைச்சுரப்பியின் மூலக்கூறுவை மூன்று சதவீத டிரிப்சின் என்ற நொதியின் வேதியியல் செயற்பாட்டிற்குக் கால்சியம்,



படம் 56.

சுண்டெலியின் கீழ்த்தாடைச் சுரப்பிகள், வெளி ஊட்டகத்தில் வளர்க்கப்படும் பொழுது, பெட்டகத்திற்கும், எபித்தீலியத்திற்கும் உள்ள தொடர்பைக் காட்டுகிறது.

1. கீழ்த்தாடைச் சுரப்பி (1—2—3—4); 2. பெட்டக எபித்தீலியம்.

மாங்கனீஸ் அயனிகள் இல்லாத ஊட்டகத்தில் ஐந்து அல்லது மூன்று நிமிடங்கள் வரை செயற்படும்படி செய்தால் மீசன் கைம் எபித்தீலியத்துடன் இணைவது அழிக்கப்படுகிறது. ஆகவே மூலக்கூற்றின் உள்ளார்ந்த இரண்டு பகுதிப்பொருள்களும் ஒன்றிலிருந்து மற்முென்று பிரிக்கப்படலாம். இவைகளைத் திசு வளர்ப்பு ஊட்டகத்தில் வைத்தால் இரண்டு பகுதிப்பொருள் களும் உயிருடன் இருக்கின்றன. ஆனுல், அவைகளின் மாறு பாடடைதல் ஒருபொழுதும் சாதாரணநிலையில் இருந்ததில்லை. பெட்டக இணைப்புத்திசு பொதுமாதிரியான வளர்ப்பு மீசன் கைமை (culture mesenchyme) உண்டாக்குகிறது. இவைகளில் ஆரம்பத் திசுத் துண்டிலிருந்து தனிப்பட்ட செல்களின் ஆரங்களை நோக்கி நகர்ந்து செல்கின்றன. எபித்தீலிய மொட்டு தன் வடிவத்தை இழக்கிறது. அது வளர்ந்துகொண்டிருக்கும் செல்

களைக்கொண்ட தகடாக உருமாற்றப்பட்டிருக்கிறது. எவ்வாறிருப்பினும் இந்த ஒழுகலாறு (bihaviour) பெட்டகச் செல்களோ அல்லது எபித்தீலியச் செல்களோ தங்களின் மிகமுக்கியமான இயல்புகளில் மாற்றமுற்றிருக்கின்றன என்பதைக் காட்டவில்லை. இந்த இரண்டு பகுதிப்பொருள் களும் ஒன்றுக்கொன்று அண்மையில் வளர்ப்பு ஊட்டகத்தில் அமைக்கப்பட்டால் மீசன்கைம் (mesenchyme), எபித்தீலியம் மூலக்கூறுவை வந்து சூழ்ந்து கொள்கிறது. இவ்வாறு நடைபெற்றபின் எபித்தீலியம் மூலக்கூறு கிட்டத்தட்ட சாதாரணமுறையில் வெளிவளர்ச்சியுறவும் கிளைக்கவும் தொடங்கிவிடுகிறது. எபித்தீலியத்திற்கும் மீசன்கைமிற்கும் இடையில் ஏற்படும் செயலெதிர்ச் செயல்கள் (interactions) சாதாரணநிலைக்கு இந்த மண்டலத்தை மீட்டிவிடுகிறது (Grobstein, 1953a; 1953b).

கீழ்த் தாடைச் சுரப்பி மூலக்கூற்றிலுள்ள எபித்தீலியமும் மீசன்கைமும் ஒன்றுக்கொன்று நிகழ்த்தும் ஆக்கத் திரிபுகளை ஆராயும்பொழுது இது ஓர் தனிச்சிறப்பு வாய்ந்த தூண்டியியக்கத்திற்கு ஒரு எடுத்துக்காட்டாகக் கருதப்படலாம். இதற்கு முன் இளநிலை தூண்டியியக்கங்களில் ஏற்பட்டதைப்போலவே இவ்வகையிலும் செயல்கள் நடைபெறுகின்றனவா என்றுகேட்கத் தோன்றும்; அதாவது தூண்டியியக்கத்தைப் பொறுத்த அளவில் ஒரு பகுதிப்பொருளின் ஆக்கத்திரிபுகள் (influence) மற்றதன் மேல் தனிப்பட்டமுறையில் இருக்கின்றதா இல்லையா என்று கேட்கத்தோன்றுகிறது. இந்த வினவிற்குப் பின்வரும் பரிசோதனைமூலம் விடையிறுக்கப்படுகிறது. பிரித்தெடுக்கப்பட்ட கீழ்த்தாடைச்சுரப்பி எபித்தீலியம் வெவ்வேறு தோற்றங்களைக் (origin) கொண்ட மீசன்கைம்களுடன் வளர்க்கப்படுகிறது. (அதாவது, மேல்தாடை மூலக்கூற்றிலிருந்து எடுத்த மீசன்கைம், தசைத் துண்டங்களிலிருந்து எடுத்த மீசன்கைம், பக்கவாட்டுத் தட்டு மீசன்கைம், நுரையீரல் மூலக்கூற்றின் மீசன்கைம் போன்றவைகள்) இந்த வெவ்வேறு வகையான வெளியிடத்து (foreign) மீசன்கைம்களுடன் கீழ்த்தாடைச் சுரப்பியின் எபித்தீலிய மூலக்கூறு வெளிவளர்ச்சியுறவும், கிளைத்துப் பின்னலடையவும் மறந்துவிடுகின்றன. எபித்தீலியச் செல்கள் தட்டுபோன்று விரிவடைவதும் தடுக்கப்படுகிறது. எப்படியாயினும் இந்த மூலக்கூறு முடிவில் எபித்தீலியசிஸ்டாக வளர்கின்றது. பெட்டக மீசன்கைம் வளர்ப்பகத்தினுள் எபித்தீலியம் மூலக்கூறு மாற்றி நடப்படும்பொழுது அது முன்னமேயே வெப்பத்தினல் சாகடிக்கப்பட்டிருந்தபோதிலும் மூலக்கூறு வெளிமீசன்கைமினல் சூழப்பட்டிருக்கும்பொழுது எந்தவகையில் நடந்துகொண்டதோ

அதே முறையில் இப்பொழுதும் நடந்துகொள்கிறது. அதாவது எபித்தீலியம் தட்டையாக்கப்படுவதும் விரிவடைவதும் அடக்கி ஒடுக்கப்படுகிறது; ஆனால், வளர்ச்சியோ பலவாறு சிக்கலான பின்னலமைப்பைப்பெறுவதோ நிகழவில்லை. கீழ்த்தாடைச் சுரப்பியினுடைய நாளங்களும், அசினைகளும் ஒழுங்கான இயல்பான முறையில் வளர்ச்சியுறுவதற்குத் தேவைப்படும் தூண்டலை (stimulus) இந்த உறுப்பின் உயிர்வாழ் பெட்டக மீசன்கைமினால் (capsular mesonchyme) மட்டுமே கொடுக்கப்படுகிறது (Grobstein, 1953 b).

வேறொரு எடுத்துக்காட்டில் திசுக்களின் செயலெதிர்ச்செயல்களினால் தூண்டும்தூண்டல்கள் குறிப்பிடத்தக்கதாக இல்லை என்று கண்டுபிடிக்கப்பட்டிருக்கிறது. கடை நெஃப்ராஸினுடைய சிறுநீரக நுண்குழாய்கள் (renal tubules) வளர்ச்சியுறுவது (ureter) வளர்ந்துகொண்டும் சிக்கலாகக் கிளைத்துக்கொண்டிருக்கும் சிறுநீரக நாள மூலக்கூறு இருப்பதைச் சார்ந்தே இருக்கிறது. சிறுநீரக நாள மூலக்கூறுவின் ஆக்கத்திரிபுகளுக்குட்படுத்தப்பட்ட கடைநெப்ஃரிக் மூலக்கூற்றின் நெகிழ்ந்த மீசன்கைம் அறைகுறை எபித்தீலியமாக மாற்றப்பட்டுவிடுகிறது. இவைகள் நன்றாகச் சுருண்ட குழாய்களை உருவாக்குகின்றன. இந்தச் சிறுநீரக நுண்நாளங்கள் அல்லது குழாய்கள் இயல்பான வளர்ச்சியில் சிறுநீரக நாளத்தின் நுனிப்பகுதியின் கிளைத்தலுடன் தொடர்புகொண்டுவருகிறது. சிறுநீரக நாளத்தின் மொட்டிற்கும் கடைநெஃப்ரோஜினிக் (metro nephroginic) மீசன்கைமுக்கும் உள்ள செயலெதிர்ச் செயல்களை வெளிஊட்டகங்களில் காணமுடியும். இந்தப் பரிசோதனையிலும் டிரிப்சின் (trypsin) நொதியினால் எபித்தீலியப் பகுதிப்பொருள்களும் மீசன்கைம் பகுதிப்பொருள்களும் தனித்தனியாகப் பிரித்தெடுக்கப்படுகின்றன. இவ்வாறு பிரித்தெடுக்கப்பட்டவைகள் வளர்ப்பு ஊட்டகத்தில் மீண்டும் இணையும்படி வைக்கப்படுகிறது. இவைகளுக்கு இடையில் ஏற்படும் எதிர்ச்செயல் விளைவுகள் நாம் எதிர்பார்ப்பதைப் போலவே உண்மையாக வேறுபட்டிருக்கிறது. இதற்கு முந்தைய வரிகளில் விளக்கப்பட்ட பரிசோதனைக்கும் இப்பொழுது விளக்கப்பட்டிருக்கும் பரிசோதனைக்கும் இந்த எபித்தீலியம் முன்னமேயே மாறுபாடடைந்த சிறுநீரக நுண்குழாய்களிலிருந்து எடுக்கப்பட்டதாகும். இந்தப் பரிசோதனையில் சிறுநீரக நுண்குழாய்கள் தோன்ற ஆரம்பநிலையில் இருக்கிறது என்பதை நாம் ஆராய்ந்து கொண்டிருக்கிறோம்.

11 நாள் வயதுடைய சுண்டெலியிலிருந்து எடுக்கப்பட்ட கடை நெஃப்ரோஜீனிக் மீசன்கைமை மற்றையத் திசுக்களுடன்

இணைத்தால் சிறுநீரகநாளம் ஒன்றுதான் மீசன்கைமைச் சிறுநீரக நுண்குழாய்களாக (renal tubules) மாற்றுவதற்குக் காரணமாக இருக்கிறது என்று கொள்ளக்கூடாது என்று கண்டுபிடிக்கப்பட்டிருக்கிறது. கீழ்த்தாடைச் சுரப்பியின் எபித்தீலியப் பகுதியைக் கடை நெஃப்ரோஜிக் மீசன்கைமுடன் ஒன்று சேர்த்து வளர்த்தால் அதே செயலைத்தான் தோற்றுவிக்கின்றது. ஆனல், அவைகளுக்குள் ஒன்றுக்கொன்று அநுதாபச் செயல்களைச் செய்வதில்லை. சுரப்பி எபித்தீலியம் கிளைக்காமல் அப்படியே இருந்துவிடுகிறது. கீழ்த்தாடைச் சுரப்பி எபித்தீலியம் சிறுநீரக நுண்குழாய்களுக்கு அசாதாரணமான தூண்டியியக்கக்கூருகச் (Abnormal inductor) செயல்படுகிறது. இதைப்போல முதிர்ந்த கல்லீரல் நரம்புத் தகட்டிற்கு (neural plate) அசாதாரண தூண்டியியக்கக் கூருகச் செயல்படுகிறது. இதற்குமேல் தண்டுவடம் சிறப்பாக தண்டுவடத்தின் முதுகுப்பக்கப்பாதி கடை நெஃப்ரோனிஜீக் மீசன்கைமுடன் வளர்ச்சி ஊட்டகத்தினுள் வைக்கப்படும்பொழுது சிறுநீரக நுண்குழாய்களைத் தூண்டியியக்க அது ஒரு திறமையான தூண்டியியக்கக் கூருக இருக்கிறது என்று நிரூபிக்கப்பட்டிருக்கிறது (Grobstein 1955).

மேலே குறிப்பிட்ட பரிசோதனைகளில் சிறுநீரக நுண்குழாய்கள் எப்பொழுதும் தூண்டியியக்கும் திசுக்களுக்கு அண்மையிலேயே வளர்ச்சியுற்றன. ஆகவே, தூண்டியியக்கம் நடைபெறுவதற்கு இரண்டிற்கும் உடனடித்தொடர்பு தேவையா என்பதைக் கண்டறியப் பல முயற்சிகள் எடுக்கப்பட்டிருக்கின்றன. இந்தக் காரணகாரியத்திற்காகத் தூண்டியியக்கும் திசுவிற்கும் எதிர்வினைபெறும் திசுக்களுக்கும் இடையில் வெவ்வேறு சுற்றளவுள்ள துவாரங்களைக்கொண்ட சவ்வு ஒன்று வைக்கப்படுவதால் பிரிக்கப்படுகின்றன. 20 மியுவிலிருந்து (20μ) 150 மியு (150μ) வரை வெவ்வேறு பருமனுள்ள ஏ செல்லுலோஸ் எஸ்டர் சவ்வு வடிகட்டிகள் (cellulose-estermembrane filter) பயன்படுத்தப்படுகின்றது. இந்த வடிகட்டியிலுள்ள துவாரங்கள் கிட்டத்தட்ட $0{\cdot}8\mu$; $0{\cdot}4\mu$; $0{\cdot}1\mu$ விட்டத்தைக் கொண்டவைகளாக இருக்கின்றன. இந்தப் பரிசோதனையில் முக்கியமாக இரண்டு திசுக்களை வடிகட்டி சவ்விற்கு இரண்டு பக்கங்களிலும் வளரும்படி அமைக்க வேண்டும். தூண்டியியக்கம் வளர்ப்புப்பொருள் அதாவது தண்டுவடம் சவ்விற்கு ஒரு பக்கத்திலும் எதிர்செயல்படும் திசு அதாவது கடை நெஃப்ரோஜீனிக் மீசன்கைம் சவ்விற்கு மற்றைய பக்கத்திலும் இருக்கின்றன. சிறிது காலத்திற்குள் தூண்டியியக்கம் செயல்கள் கரடுமுரடான (துவாரத்தின் விட்டம் $0{\cdot}8\mu$, $0{\cdot}4\mu$) துவாரங்கள் வழியாக எளிதில் கடந்து செல்கின்றன என்று

கண்டுபிடிக்கப்பட்டது. இந்த வடிகட்டியின் பருமன் 60μவாக இருக்கிறது. ஆனுல், 80μ பருமனுக இருந்தால் அவைகள் கடந்து செல்வதில்லை. மிக அழகான வடிகட்டிகளை (துவாரத்தின் விட்டம் 0·1μ) உபயோகப்படுத்திஞல் தூண்டியியக்கம் பலம் வாய்ந்ததாக இல்லை. ஆகவே, தூண்டியியக்கச் செயல்கள் 30μ பருமனுக்கு மேற்படாத மெல்லிய சவ்வின் வழியாகக் கடந்து செல்லமுடியும். இதைவிட நேர்த்தியான வடிகட்டியான 20μ பருமனுள்ள செல்லோஃபான் சவ்வு தூண்டியியக்கும் செயல் விளைவுகளைத் திறமையாக நிறுத்திவிடுகின்றது (cellophane membrane).

கீழ்த்தாடைச் சுரப்பியின் பகுதிப்பொருள்களான எபித்தீலியப் பகுதிப்பொருள் வடிகட்டிச் சவ்வின் ஓர் பக்கத்திலும் பெட்டக மீசன்கைம் பகுதிப்பொருள் மற்ருெரு பக்கத்திலும் வைத்து வளர்க்கப்பட்டால் சாதகமான முடிவுகள் கிடைத்திருக்கின்றன. எபித்தீலிய மொட்டு எண்ணிறந்த கிளைத்த வெளி வளர்ச்சிகளைத் தோற்றுவித்தன. இதிலிருந்து தூண்டியியக்கும் பொருள் இந்த வடிகட்டி வழியாக ஊடுருவிச்செல்லமுடியும் என்பதைக் காட்டுகிறது (Grobstein, 1953c).

மிகவும் ஆர்வமுள்ள எடுத்துக்காட்டுகளில் இதுபோன்ற முறைகள் கையாளப்படுகின்றன. உதாரணமாக சுண்டெலியின் வளர்கருவின் கணைய மூலக்கூறு மாறுபாடடைதலின் இந்தச் சிறப்பான முறைகள் கையாளப்பட்டிருக்கின்றன (Wessells, 1968; Wessells and Rutter, 1969). கணைய மூலக்கூறின் எபித்தீலியப்பாகம் அதை ஒட்டி அமைந்திருக்கும் நடு அடுக்கிலிருந்து பிரிக்கப்பட்டிருக்குமேயாஞல் மாறுபாடடைவதில்லை என்பது முன்னரே கூறப்பட்டிருக்கிறது. சிறுநீரகங்களிலும் உமிழ் நீர்ச் சுரப்பிகளிலும் இருப்பதைப்போல் மாறுபாடடைதலின் அறிகுறிகள் புற அமைப்பியல் ஏற்படும் மாற்றங்களின் (நுண் குழாய்கள் உருவாக்கப்படல்) எல்லைகளுக்குள் மட்டும் நின்று விடாமல் சுரக்கும் துகள்கள் உருவாக்கப்படுவதில் காணப்படுவது போன்ற குறிப்பிட்ட உண்மையான செய்முறைகளின் வழியாகக் கணையநீர் உற்பத்திசெய்யப்படுவதும் கண்டுபிடிக்கப்படுவது இந்த எடுத்துக்காட்டிற்குச் சிறப்பைக் கொடுக்கிறது. ஆகவே, தனியான புரதத்தைக் கொடுக்கும் இயல்இயக்க நுணுக்கங்களும் இதில் தொடர்புகொண்டிருக்கின்றன என்பது வெளிப்படையாகத் தெரிகிறது.

இந்தத் திசுக்கள் கடை நெஃப்ரோஜினிக் திசுக்கள் எந்தெந்த வேதியியற் செயற்பாட்டிற்கு உள்ளாக்கப்பட்டனவோ அந்தந்தப்

பரிசோதனைகளுக்கு இதுவும் உள்ளாக்கப்பட்டது. அதாவது கணையத்தின் மூலக்கூறு எபித்திலியமும் நடுஅடுக்குத் (mesoderm) திசுவும் துவாரங்களுடைய சவ்விற்கு இருபுறங்களிலும் வளரும் படியாகத் திசுவளர்க்கும் ஊட்டகங்களில் வளர்க்கப்பட்டன. பதினேறுநாள்கள் வயதான வளர்கருவின் கணைய எபித்திலியம் தனியாக வளர்க்கப்பட்டால் கணை நொதிகளை உற்பத்தி செய்வதில்லை. ஆனால், அவைகள் துவாரங்கள் வழியாகக் கடந்து செல்லும் நடு அடுக்கு இயக்க விளைவுகளுக்கு உட்படும்பொழுது அவைகள் முழுமையாக வேறுபாடடைந்து சுரக்கும் துகள்களையும் (secretory granules) உண்டாக்குகின்றன. நடு அடுக்கின் செயல்கள் சிறுநீரகத் திசுக்களில் இருப்பதைவிடக் குறைந்தஅளவு தனித் தன்மையுடையதாக இருப்பது வெளிப்படுத்தப்படுகிறது. கணைய நடு அடுக்கு, கணையச்செல்களைத் தூண்டிச் சுரக்கச்செய்வதோடு மட்டுமல்லாமல் வேறுவகையான நடு அடுக்குகளும் அதே செயலைச்செய்கின்றன. சிறுநீரகத்தின் நடு அடுக்கு, உமிழ்நீர் சுரப்பி நடு அடுக்கு, நுரையீரலின் நடு அடுக்கு போன்றவைகளும் முன்னர் குறிப்பிட்ட அதே செயலைச்செய்கின்றன.

மற்ருெரு வியப்புக்குரிய குறிப்பும் வெளிப்படுத்தப்படுகிறது. கணைய எபித்திலியத்தை நடுஅடுக்கு இருக்கும் ஊட்டகத்தினுள் 14 நாள்கள்வரை வளரவிட்டால் அவைகள் நடு அடுக்கிலிருந்து பிரிக்கப்பட்டிருந்தபோதிலும் வளர்ந்து, முன்னேறி கணையநொதிகளை உற்பத்தி செய்கின்றன. கணைய நொதிகள் தொகுப்பிற்குத் தேவைப்படும் மெசஞ்சர் ஆர்.என்.ஏ. வைத் தோற்றுவிக்கும் இயல்இயக்கச் செயல்முறைகள் முன்னரே முடுக்கிவிடப்பட்டுவிட்டது; மேலும், வெளியிலிருந்து எந்தவிதமான உதவியையும் அவைகள் நாடவில்லை என்பதையும் வெளிப்படையாகக் காட்டுகிறது.

நெஃப்ரோஜினிக் மீசன்கைம்களைக்கொண்டு நடத்தப்பட்ட பரிசோதனைகளில், தூண்டியியக்கும் திசுவிற்கும், எதிர்ச்செயல்படும் திசுவிற்கும் இடையிலுள்ள வடிகட்டும் சவ்வின் துவாரங்களில் என்ன நடைபெற்றுக்கொண்டிருக்கிறது என்பதை ஆராய்வதற்கு எலெக்ட்ரான் நுண்ணேக்கி பயன்படுத்தப்படுகிறது. பிரிக்கும் சவ்விற்குச் செங்குத்தாக மிகமிக மெல்லிய வெட்டுமுகங்கள் எடுக்கப்பட்டன. கரடுமுரடான சவ்வுகளின் துவாரங்களில் செல்களின் புரோட்டோபிளாசத்தின் வெளி வளர்ச்சிகள் காணப்பட்டன. இந்த வெளி வளர்ச்சிகள் மீசன்கைம்மிலிருந்தும் நரம்புத் திசுவிலிருந்தும் வருகின்றன. ஆகவே இந்த இரண்டு வகையான செல்களிலிருந்து வரும் வெளிவளர்ச்சிகள் சவ்வின் உட்பகுதியில் எங்கேயாவது சந்தித்திருக்கலாம் என்பது உண்மை

யென நம்பக்கூடிய கருத்தை முற்றிலும் தள்ளிவிட முடியாது. இவ்வகையில் அவைகள் ஒன்றுக்கொன்று சந்தித்துக்கொள்வதால் தூண்டியியக்கச் செல்களுக்கும், எதிர்ச்செயல்படும் செல்களுக்கும் நேரடித் தொடர்பு ஏற்படுத்தப்படுகிறது. எவ்வகையாக இருப்பினும், இந்த வெளிவளர்ச்சிகள் 6·4 μ துவாரமுள்ள சவ்வை உபயோகப்படுத்தும்பொழுது அதிகமாகக் காணப்படவில்லை. மேலும் 0·1 μ துவாரமுள்ள வடிகட்டிச் சவ்வைப் பயன்படுத்தும் பொழுது செல்களின் சைட்டோபிளாசத்திலிருந்து வெளிவளர்ச்சிகள், உண்மையில் ஒன்றுகூட ஊடுருவிச் செல்லவில்லை; ஆனால் சில குமிழ்கள் காணப்படுகின்றன. இந்தக் குமிழ்கள் 1μ அல்லது 2μக்குமேல் வடிகட்டிச் சவ்வின் பொருள்களுக்குள் சென்றிருக்க முடியாது (Grobstein and Dalton, 1957).

மேலே குறிப்பிட்ட பரிசோதனைகளின் முடிவுகள் மிகவும் முக்கியத்துவம் வாய்ந்தவைகளாகும். இந்தப் பரிசோதனைகள் சாதாரணத் திசுக்களின் மாறுபாடடைதலுக்குப் பொறுப்பாக இருக்கின்ற செல்களின் செயலெதிர்ச் செயல்கள், செல்களுக்கிடையில் காணப்படும் குறுகிய இடைவெளியையும் கடந்து செல்கின்றன என்பதைக் காட்டுகிறது. ஆகவே தூண்டியியக்கும் இந்தத் தத்துவம் ஒரு ஊடுகலக்கும் ஆக்கப் பொருளாக இருக்கிறது. இந்தப் பொருள் செல்லோஃபேன் வழியாக ஊடுருவிச் செல்ல முடியாததால், இது ஒரு பெரிய அணுத்திரண்மப் (macromolecule) பொருளாக இருக்கவேண்டும். அதாவது, பெரும்பாலும் ஒரு புரதம் அல்லது உட்கருப் புரதமாக இருக்கலாம் என்று கருதப்படுகிறது. இளநிலை, நீர் நில வாழ்வனவற்றின் வளர்ச்சியில் நரம்புத் தூண்டியியக்கக் கூறுவின் செயல்களிலிருந்து பெற்ற கருத்துகளும் இங்கு கண்ட முடிவுகளும் ஒரே மாதிரியாக இருப்பதால் மிகவும் கருத்தைத் தூண்டும் செய்திகளாக இருக்கின்றன. அறிய வேண்டியது அதிகமாக இருக்கிறது. நாம் தூண்டியியக்கப் பொருள்கள் வெகு தூரம் வரை எல்லா இடங்களுக்கும் ஏன் பரப்பப்படவில்லை என்பதைப் பற்றி அறிய வேண்டியவர்களாக இருக்கிறோம். இதற்குக் காரணம் அந்தப் பொருள்கள் மிகமிகக் குறைவான அளவில் உண்டாக்கப்படுவது ஒரு காரணமாக இருக்கலாமோ அல்லது அவைகளின் நிலையற்ற தன்மையினால் இருக்கலாமோ அல்லது மற்றைய அறியப்படாத காரணிகளினால் இருக்கலாமோ என்று இன்னும் கண்டுபிடிக்கப்படவில்லை. தூண்டியியக்கம் வேதியியல் அமைப்பு இன்னும் தெளிவாக்கப்படவில்லை. இதைக் கண்டறியும் ஆராய்ச்சி விரிந்து கிடக்கின்ற ஒரு பிரச்சினையாகும். புதிதான கண்டுபிடிப்புகள் குறுகியகாலத்தில் வெளிவர வாய்ப்புகள் இருக்கின்றன.

10. ஜீனும் வளர்ச்சியும்

(Gene and Development)

ஜீன்களுக்கும் உயிர்-வேதியியல் மாற்றங்களுக்கும் (bio-chemical changes) தொடர்பு உண்டு என்பதை வேதியியல் வெளிப்படுத்துகிறது. ஜீன் செயல் வேறுபாடுகள் உயிரணுவில் ஏற்படும் மாறுதல்கள் மூலம் தெரிகின்றன. ஆனால், இவை களைப்பற்றிய முழு அறிவைப்பெற தற்சமயம் கிடைத்திருக்கும் ஆதாயங்களும் ஆராய்ச்சிகளும் போதியதாக இல்லை.

கிடைத்திருக்கும் சான்றுகளிலிருந்து ஜீன்கள் வளர்ச்சியையும் செல்லின் செல்-வேதியியல் வாழ்வையும் (cell-biochemistry) பாதிக்கின்றன என்று அறியப்பட்டிருக்கிறது. இந்த மாறு பாடுகள் உயிரின் அமைப்பைப்பொறுத்து பல சிக்கல் நிலையை அடைகின்றன. இவைகள் இரண்டு வகையான உண்மைகளைப் பொறுத்து இருக்கின்றன. பல உயிரணுக்களான (Multi-cellular) உயிரி ஒன்றுக்கொன்று தொடர்புள்ள பல்வகைச் செல்களா லானது. இந்தச் செல்கள் வெளித்தோற்றத்திலும் வேதியியல் முறையிலும், அமைப்பிலும், செயலிலும் மாறுபடுகின்றன. அவைகள் எல்லாம் கருவுற்ற அண்டத்திலிருந்தே தோன்றி யவைகள். கருவுற்ற அண்டத்திலிருந்து தோன்றும் செல்கள் எல்லாம் ஒரேவகையான குரோமோசோம்களையும், ஜீன்களையும் கொண்டதாக இருக்கின்றன. இந்த ஜீன்கள் ஒன்றுக்கொன்று மாறுபடாதவைகள் என்று கொண்டால் எப்படி இந்த ஜீன்கள் உயிரணுவில் மாறுபாடுகளை ஏற்படுத்தமுடியும் என்பது சர்ச்சைக் குரிய பொருளாகிறது?

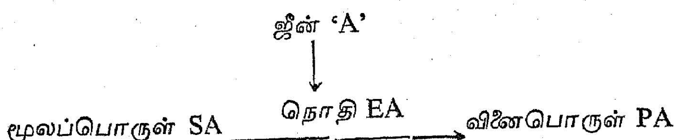
உயிரினங்களில் காணப்படும் மாற்றங்கள் ஜீன் மாற்றங் களைப்பொறுத்துத்தான் உண்டாகிறது என்பதைத் தயக்க மின்றிக் கூறலாம். ஆனால், பல செல்களாலான ஒரு உயிரியில்

உள்ள உயிரணுக்கள் ஒன்றுக்கொன்று எப்படி வேறுபாடு அடைகிறது என்பதை விளக்குவது கடினமாக இருக்கிறது.

எபிஜெனிடிக் வளர்ச்சி (Is Development Epigenetic): வளர்ச்சி முன்தோன்றிய மூலத்திலிருந்து (preformed germ) படிப்படியாக விரிவடைந்து முழுநிலையை அடைகிறது என்பது முன்தோன்றிய கருத்து. இக் கருத்து அறிவுக்கு ஒவ்வாதது. இதற்கு மாறாக வளர்ச்சி, எபிஜெனிடிக் வழியில் ஏற்படுகிறது என்பது தற்காலக் கருத்து. ஒரு உயிரி கருவுற்ற அண்டத்திலுள்ள பொருள்களாலும் அதைச் சூழ்ந்துள்ள சூழலுக்கேற்பப் படிப்படியாக வளர்ச்சியடைந்து முழுநிலையை அடைகிறது. வளர்ச்சியில் எந்த உயிரியும் ஒரு குறிப்பிட்ட நேரத்தில் அடுத்தடுத்து தொடர்ந்துவரும் வேதியியல் மாற்றங்களின் இருப்பிடமாகவே இருக்கிறது. இதைக் காலக்கண்ணோடு பார்க்குமிடத்து இன்றிருக்கும் நிலை முந்திய காலத்தில் ஏற்பட்ட கருத்திற்கு மாற்றங்களைக் கொண்டிருக்கிறது. அதேபோல் அந்த மாற்றங்கள் ஒவ்வொரு நிலையிலும் நேரத்திலும் நிறைந்திருக்கும் பொருள்களையும் பொருள்கள் வருகின்ற நிலையையும் பொறுத்துத்தான் வளர்ச்சி அமைகிறது.

ஜீனிற்கும் முடிவுற்ற மரபுவழித்தோற்றத்திற்கும் இடையில் ஒன்றுக்கொன்று தொடர்புள்ள பின்னிப்பிணையப்பட்ட பல வேதியியல் முறைகள் குறுக்கிடுகின்றன. ஒரு செல்லில் அல்லது பல செல்களில் மரபணுவின் விளைவாக ஏற்படும் எதிர்விளைவும் எதிரெதிர்ச்செயல் விளைவும் அந்தந்தப் பொருள்களுக்கேற்ப மூலப்பொருள்களையும் எதிரெதிர் செயல் விளைவிக்கும் பொருள்களையும் (inter-actants) பொறுத்திருக்கின்றன. ஆகவே, மரபணுவின் செயல் குறிப்பிட்ட சமயத்தில் அந்தந்தப் பகுதியில் ஏற்பட்டிருக்கும் மூலப்பொருள்களைப் பொறுத்துத்தான் வளர்ச்சி அமைகிறது.

இரண்டு செல்களில் உள்ள உட்கருக்கள் (nucleus) ஒன்றாக இருந்து ஒரு மூலப்பொருள் வேறுபட்டால் செல்லின் வளர்ச்சியில் வெவ்வேறு மாறுதல்கள் ஏற்படுவதை அறியமுடிகிறது. உதாரணமாக ஜீன் 'A', 'EA' என்ற ஒரு குறிப்பிட்ட நொதியை (enzyme) உண்டாக்குவதற்குக் காரணமாக இருக்கிறது. இந்த EA என்ற நொதி SA என்ற மூலப்பொருளில் வேதியியல் மாற்றம் ஏற்படுத்த PA என்ற புது விளைபொருளை (product) உண்டாக்குகிறது.

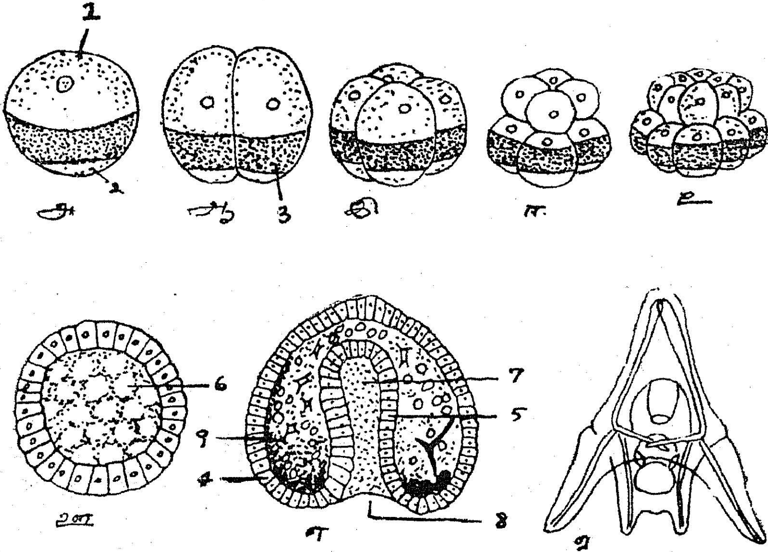


எந்தச் செல்லிலும் PA என்ற வினைபொருள் ஏற்படுவது, SA என்ற மூலப்பொருள் எளிதில் கிடைக்கக்கூடிய தன்மையைப் பொறுத்தும் EA என்ற நொதி செயல்படும் சூழலைப் பொறுத்தும் இருக்கிறது.

நாம் மேலே எடுத்துக்கொண்ட மாறுபட்ட இரண்டு செல்களில் எந்த வாழ்க்கைச் சுழற்பண்புகள் மாறுபட்டாலும் முடிவில் கிடைக்கும் விளைபொருள் இரண்டு உயிரணுக்களிலும் மாறுபடும். இதுபோன்ற ஒருசில மாற்றங்களிலிருந்து பெரும் விளைவுகளை வளர்ச்சியின் முடிவில் வெளிப்படையாகக் காணலாம். ஒரு கருவுற்ற அண்டத்திலிருந்து பல ஆயிரக் கணக்கான செல்கள் தோன்றுகின்றன. ஆனால், வளர்ச்சியின் முடிவில் எல்லாச் செல்களும் ஒன்றையொன்று ஒத்திருப்பதில்லை.

அண்டம் ஒரு ஒழுங்கான முறையில் அமைந்தது (Egg is an organised system): பொதுவாக அண்டம் ஒரு சிறப்புச் செல்லாகக் கருதப்படுகிறது. ஒரு படித்தற்ற (inhomogenous) அண்டம் பிளவுபடும்பொழுது பிளவுபட்டுப்பிரிந்த செல்கள் ஒரு படித்தாக இருப்பதில்லை. அண்டம் மறைமுகப்பிரிவு (mitosis)முறையில் பிரியும்பொழுது செல்லின் உட்கருப்பொருளும் (nuclear material) புரோட்டோபிளாசமும் (protoplasm) சமமாக சேய்ச் செல்களுக்குப் பிரிந்து செல்கின்றன (Daughter Cells). ஆனால், சில சமயங்களில் செல்களின் சைட்டோபிளாசம் (Cytoplasm) வேறுபட்டிருப்பதைக் காண்கிறோம். சிலவகை கடல் அர்ச்சின்களின் (sea-urchins) அண்டத்தில் நடுவரைக் கோட்டிற்குக் கீழ் (sub-equatorial) சிவப்பு நிறமிகளாலான பட்டைகள் காணப்படுகின்றன. இந்தச் சிவப்பு நிறமிகளை அவைகளின் குறியீடுகளாகக் (indicators) கொண்டால் அவைகள் சேய்ச் செல்களுக்குப் பிரிந்து செல்வதைக் காணலாம். பொதுவாக முதல் பிளவுத்தளம் (First cleavage plane) கருவுற்ற அண்டத்தைச் சரிபாதியாகப் பிரிக்கிறது. இரண்டாவது தளம் இதேவழியில் நடக்கிறது. மூன்றுவது பிளவுக்கோடு முதலிரண்டு பிளவுக்கோட்டிற்கும் செங்குத்தானது. இதனுல் 8 செல்கள் கிடைக்கின்றன. அவற்றில் கீழுள்ள 4 செல்களும் சிவப்பு நிறமிகளைக்கொண்டதாக இருக்கின்றன (படம் 57).

நான்கு செல் படிநிலையிலுள்ள கருவை கால்சியம் அற்ற கடல்நீரில் குலுக்கினால் எவ்விதச் சிதைவுமின்றி நான்கு செல்களும் தனித்தனிச் செல்களாகப் பிரிகின்றன. இந்த நான்கு செல்களைத் தனித்தனியே வளரவிட்டால் நான்கும் கடல்



படம் 57

சில கடல் அர்ச்சின் இனம் நடு வரைக்கோட்டின் கீழ் நிறமிப் பட்டையை வைத்திருக்கிறது. நிறமிப் பட்டை, அடுத்தடுத்து வரும் பிளவிப்பெருகல்களில், எளிதாகப் பின்பற்றலாம். இதைக் கருக்கோள நிலையிலும் காணலாம். புளூட்டியஸ் லார்வா நிலைவரை காணலாம்.

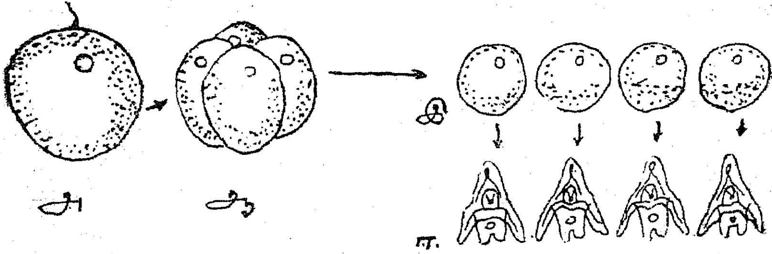
அ. கடல் அர்ச்சின் முட்டை
(ஆ. இ, ஈ, உ) பிளவிப்பெருகிய செல்கள்
ஊ. கருக்கோளம்
எ. இருபடைக் கருக்கோளம்
ஏ. புளூயட்டிஸ் லார்வா.

1. கருவளர்துருவம்; 2. கருவுணவுத்துருவம்; 3. நடுவரைக் கோட்டின்கீழ் உள்ள நிறமிப்பட்டை; 4. புற அடுக்கு 5. அக அடுக்கு; 6. கருக்கோளக் குழி; 7. மூலக்குடல்; 8. கருக்கோளத்துவாரம்; 9. இருபடைக் கருக்கோளக் குழி.

அர்ச்சின் லார்வாக்களாக வளர்கின்றன. ஆனால், இவைகள் பருமனில் குறைந்து மற்ற பண்புகளில் சாதாரண லார்வாக்களை ஒத்திருக்கின்றன (படம் 58).

ஒன்றன்பின் ஒன்றாக ஏற்படும் பிளவுகளால் கருவுற்ற முட்டையின் செல்களின் எண்ணிக்கை அதிகமாகிறது. இந்தச்

செல்களின் சூழ்நிலையில் மாற்றங்கள் காணப்படுகின்றன. உதாரணமாக வெளிப்புற உயிரணுக்கள் மிக எளிதில் உயிர்க் காற்று, உப்பு, நீர் போன்றவைகளை அண்டச் சவ்வின்

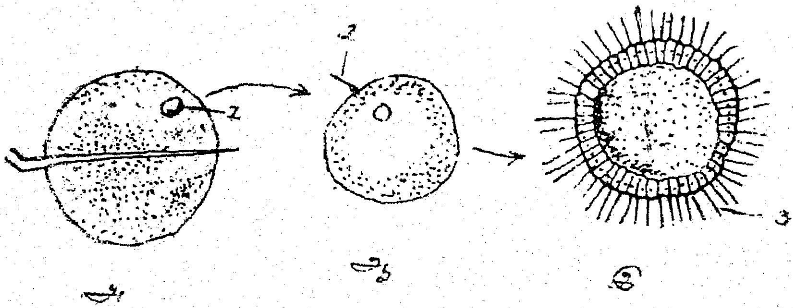


படம் 58.

முதல் இரண்டு பிளவுகளால் உண்டாக்கப்பட்ட நான்கு செல்கள், தனித்தனியாகப் பிரிக்கப்பட்டபொழுதும், நான்கு இயல்பான வளர்கருக்களைத் தோற்றுவிக்கின்றன.

அ. கருத்தரித்த முட்டை, ஆ. நான்கு செல்படிநிலை, இ. நான்கு செல்கள் பிரித்தெடுக்கப்பட்ட படிநிலை, ஈ. புளூட்டியஸ் லார்வாக்கள்.

மூலமாக (egg-membrane) எளிதில் பெறுகின்றன. மற்ற உட்புறச் செல்கள் வெளிப்புறச் செல்களால் மூடப்பட்டிருப்பதால் நீர், உப்பு, காற்று போன்றவைகளைப் பெறுவதற்கு வெளிப்புறச் செல்களையே நம்பியிருக்கின்றன. இவ்வாறு செல்லின்



படம் 59.

கடல் அர்ச்சின் முட்டை, சம அச்சிற்கு நேர் கோணத்தில் பிரிக்கப்பட்டிருக்கிறது. மேலுள்ள பகுதியைக் (கருவளர் பகுதி) கருத்தரிக்கச் செய்தால், நுண்ணிழைகளைக் கொண்ட செல்களால் உருவான வெற்றிடக் கோளமாக இருக்கிறது.

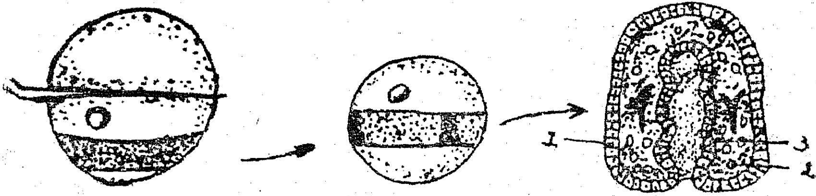
அ. வெட்டுத்தளம், ஊசியால் காட்டப்பட்டிருக்கிறது, ஆ. கருவளர் துருவம், கருத்தரிக்கச் செய்யப்படுகிறது, இ. வெற்றிடம் கொண்ட கோளம்.

1. உட்கரு, 2. விந்தணு, 3. நுண்ணிழை.

வளர்சிதை மாற்றத்திற்கு மாறுபட்ட பொருள்கள் மாறுபட்ட அளவில் கிடைக்கின்றன. ஆகவே, ஒரு நொதியின் செயல் அதற்குத் தேவையான மூலப்பொருள்களையும் சூழ்நிலையையும்

பொறுத்திருக்கிறது. இவ்வளவு மாறுபட்ட பொருள்கள் மாறுபட்ட அளவில் இருப்பதால் பல நொதிகளின் அளவும் அவற்றின் செயலும் மூலப்பொருளுக்கேற்ப மாறுபடுகிறது. ஆகவே, அண்டத்தில் காணப்படும் ஒரு சீரற்ற சூழல் வரவர மாறுபட்டு மிகுந்து ஜீனுக்கும் சூழலுக்குமுள்ள தொடர்பைக் காட்டுகிறது.

இந்தப் பரிசோதனைக்கு மாறுகக் கடல் அர்ச்சின் அண்டத்தை நடுவரைக்கோட்டில் வெட்டி இரண்டாகப் பிரித்து அவைகளைத் தனித்தனியே கருவுறச்செய்தால் கீழ்க்கண்ட மாறுதல்களைக் காணலாம் (படம் 59). கருத்தரித்த கருத்துருவத்திலிருந்து வளர்ச்சியடையும் கருவில் சாதாரண லார்வாக்களில் காணப்படும் உட்திசுக்கள் வளர்வதில்லை.



படம் 60.

முன்னுள்ள படத்தில் காட்டப்பட்டுள்ளதைப் போலவே வெட்டப்படுகிறது.
கருவுணவுத் துருவம், கருத்தரிக்கச் செய்யும்பொழுது
முழுமையற்ற வளர்கருவாக வளர்கிறது.
1. புற அடுக்கு ; 2. மீசன்கைம் ; 3. அக அடுக்கு.

இது ஒரு வெற்றிடம் கொண்ட ஒரு உருண்டை அமைப்புடையதாக இருக்கிறது. இது சில நாள்கள் வாழ்ந்து, பின் இறந்து விடுகிறது. இதற்கு மாறுகக் கருவுற்ற கருவுணவுத் துருவத்திலிருந்து (vegetal pole) வளரும் கருவும் முழுமையற்றதாகவும் குறைபாடுடையதாகவும் இருக்கிறது. இருந்த போதிலும் இந்தக் கரு, கருவளர் துருவத்திலிருந்து வளர்ச்சியடைந்த கருவைவிட பல வகைகளில் வேறுபட்டிருக்கிறது (படம் 60).

மேற்கூறியவைகளிலிருந்து ஒரு கடல் அர்ச்சினின் அண்டம் கருவளர் துருவத்திற்கும், கருவுணவுத் துருவத்திற்குமிடையே செல்லும் ஊடச்சைச் (Axis) சுற்றிய உட்பொருள்கள் ஒரு சீராக அமைக்கப்பட்டிருக்கிறது. இந்த நடு அச்சு (central axis) நிறப்பட்டைக்கு (pigment band) செங்குத்தில் செல்கிறது. முதல்

இரண்டு பிளவுகளும் இந்த நடு அச்சு வழியே செல்வதால் ஏற்படும் 4 உயிரணுக்களின் உட்பொருள்களின் அமைப்பு அண்டத்தை ஒத்த அமைப்பிலிருந்து மாறுபடுவதில்லை. ஆகவே, எல்லாவகையிலும் ஒத்திருக்கும் 4 உயிரணுக்களில் ஏதாவது ஒன்றிலிருந்து வளரும் கரு சாதாரணமாக இருப்பது வியப்பிற்குரியதல்ல.

மூன்றாவது பிளவுக்குப் பின்னால் கிடைக்கும் சேய் உயிரணுக்களின் சைட்டோபிளாசம் மாறுபட்ட பொருளைக்கொண்டதாக இருக்கிறது. இந்த சைட்டோபிளாசத்தில் உள்ள மாறுபட்ட பொருள்கள் சேய் உயிரணுவின் வளர்ச்சியிலும், வழித்தோன்றும் சேய் உயிரணுவின் வளர்ச்சியிலும் மாற்றங்களை ஏற்படுத்துகின்றன.

ஜீன்களும் அண்ட சைட்டோபிளாச அமைப்பும் (Genes in the Organisation of Egg Cytoplasm) : இதுவரை கண்டுபிடிக்கப்பட்டதிலிருந்து பல்வேறு இனங்களின் அண்டங்களிலுள்ள சைட்டோபிளாசம் அமைப்பிலும், சீரற்ற அளவிலும் மாறுபட்டிருக்கிறது. அண்டம் பிளவுபடும்பொழுது சைட்டோபிளாசத்திலுள்ள பல்வேறு பொருள்கள் வளரும் கருவின் மாறுபட்ட உத்தேச பாகங்களாகப் பிரிகின்றன. அதேசமயத்தில் வளரும் கருவின் பல பாகங்களிலுள்ள உயிரணுக்களின் சூழ்நிலையும் மாறுபட்டுக் கொண்டிருக்கின்றது. வளர்ந்து கொண்டிருக்கும் உயிருள்ள உயிரணுக்கள் பாரம்பரியத்தினால் ஒன்றுபட்டிருப்பதுபோல் தோன்றினாலும் அவைகள் அமைப்பிலும் செயலிலும் மாறுபடலாம்.

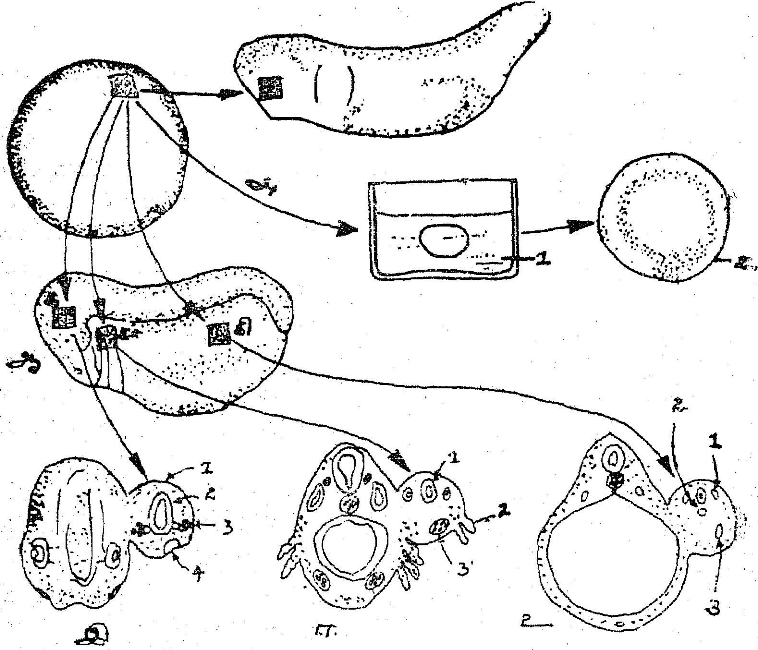
அண்டத்தின் சைட்டோபிளாசத்தின் அமைப்பு முதல்நிலை வளர்ச்சியில் முக்கிய பங்கு உண்டென்று கொண்டால். எந்த வழியில் இந்தக் குறிப்பிட்ட சைட்டோபிளாசத்தின் அமைப்பு பெறப்பட்டது என்பது முக்கியத்துவம் அடைகிறது. அண்டத்தை உண்டுபண்ணுகின்ற பெண்ணின் பாரம்பரிய அமைப்பு இந்தக் குறிப்பிட்ட உயிர்க்கூழின் அமைப்பை நிர்ணயிக்கின்றது. இந்த உண்மையைத் தாய்வழி விளைவினால் (maternal effect) நத்தையின் கூட்டில் ஒரு குறிப்பிட்ட திசையினால் ஏற்படும் சுருள்கள் காட்டுகின்றன. முதல்நிலை ஊசைட்டிலிருந்து (primary oocyte) வளரும் அண்டத்தில் தாய்வழி மரபமைப்பின் குறிப்பிட்ட ஒரு பிரதி புகுத்தப்பட்டதுபோல் தோன்றினாலும் அதன் உட்கரு அமைப்பைப் பொறுத்தே பிரதி அமைகிறது. இந்த அமைப்பு வளரும் நத்தைக்கூட்டின் சுருள் திசையை (direction of coiling) நிர்ணயிக்கிறது. விந்தணுவின் மரபு வழியமைப்பாவது, கருவுற்ற அண்ட மரபுவழியமைப்பாவது

இந்த பண்பைப் பாதிப்பதில்லை. ஆகவே, இந்த உதாரணம் தாய்வழி மரபணுக்களால் ஏற்படுத்தப்பட்ட விளைவுகளை விந்தணுவாவது, கருவுற்ற அண்டத்திலுள்ள மரபணுக்களாவது மாற்றவல்லதல்ல என்பது தெரியவருகிறது.

மரபணுவும்-உயிரிகளில் வளர்ச்சி வேறுபாடுகளும் (Differences among Individuals) : மரபுவழியமைப்பு வேறுபாடு கொண்ட உயிரியின் வளர்ச்சியிலிருந்து மரபணுவின் செயல்களை அறிகிறோம். நாம் மரபணுவினால் உண்டாகும் வளர்ச்சி விளைவுகளை அதனுடைய அலீல்களினால் உண்டாகும் விளைவுகளோடு முடிவில் ஒப்பிடும்பொழுது வெளிப்படையான சில மாறுபாடுகளைக் கொண்டு அறியலாம். இதன் மூலம் ஒரு குறிப்பிட்ட மரபணுவின் விளைவைத் தெரிந்துகொள்கிறோம். ஓர் இனம் (species) ஒரு குறிப்பிட்ட வழியில்தான் வளர்ச்சியுறும். ஒரு திடீர் மாற்றமுற்றதின் (mutant) புறத்தோற்றம் குறிப்பிட்ட வளர்ச்சி முறையிலிருந்து வேறுபட்டால் இந்த வேறுபாடு மரபணுவின் அடிப்படை வேறுபாட்டினின்று தோன்றியது என்று கூறலாம்.

மூலவளர்ச்சியிலும் அதனின்று பெற்றவைகளின் வளர்ச்சியிலும் மரபணுவின் விளைவுகள் (Initial and Derived Developmental Effects Ogenes): ஓர் உயிரியில் உள்ள எல்லா உயிரணுக்களுக்கும் பொதுவான செயல்களைப் பல மரபணுக்கள் வாழ்க்கை முழுவதும் நிர்ணயிக்கின்றன. ஒரு குறிப்பிட்ட வகையான உயிரணுக்களிலும் திசுக்களிலும் அல்லது வளர்ச்சியின் குறிப்பிட்ட காலத்திலும் மாறுபாடடைதலுக்கு (differentiation) முக்கியமான மரபணு விளைவுகள் வெளிப்படையாகத் தெரிகின்றன. வளரும் உயிரியில் மரபணு 'A'க்குச் சாதகமான சூழ்நிலை ஒரு குறிப்பிட்ட இடத்தில் குறிப்பிட்ட காலத்தில்தான் காணப்படும். இதனால் ஏற்படும் மாற்றங்கள் உயிரணுவின் உயிர் வேதியியல் மாற்றங்களை நிர்ணயிக்கின்றன. மேற்கூறிய வகையில் உயிரணுவின் உட்சூழலில் ஏற்படும் புதிய சூழல் மட்டும் சில மரபணுக்கள் செயல்பட ஏற்றதாக அமைகிறது. வளர்ச்சியில் ஒரு குறிப்பிட்ட திசுவில் ஏற்படும் வேதியியல் மாற்றங்களை ஒரு குறிப்பிட்ட திசையில் நடைபெறும்படி மரபணுவின் முதல் நிலைச்செயல் வழிப்படுத்துகிறது. வெளிப்படையான முதல்நிலை வளர்ச்சி மாற்றங்கள் முன்னால் நிகழ்ந்த வேதியியல் மாற்றங்களைப் பொறுத்திருக்கிறது. பல திசுக்களில் மரபணுக்களால் ஏற்பட்ட விளைவுகள் ஒன்றுக்கொன்று இசைந்து ஒருவழிப்பட்டால்தான் வளர்ச்சி சாதாரண நிலைப்பட்டது என்று கருதலாம்.

வளர்ச்சியில் உயிரணுக்களுக்கும் திசுக்களுக்குமுள்ள இடைச் செயல்கள் (Tissue Interactions) : ஒரு வகைப்பட்ட கூட்டு உயிரணுக்களால் உருவக்கப்பட்ட வேதியியல் பொருள்கள் அண்டை



படம் 61.

நீர் நில வாழ்வி வளர் கருவின், இளநிலை இருட்டைக் கருக்கோளத்தின் ஒருபகுதி பின்வருமாறு மாற்றி ஒட்டப்பட்டால், கண்ணுகை வளர்கிறது.

அ. இந்த எதிர்காலக் கண் பகுதி வெட்டி நீக்கப்பட்டு, தனியாக வளர விட்டால் மாறுபாடடைவதில்லை.

1. உப்பு நீர் ; 2. மாறுபாடடையாத புற அடுக்கு.

ஆ. இந்தக் கண் எதிர்காலப் பகுதி முதிர்ந்த வளர்கருக்களில் புதிய இடங்களில் மாற்றிப் பொருத்தப்பட்டால் (க. கா. கி இடத்திற்கு ஏற்றாற்போல் வெவ்வேறு உறுப்புகளையும், திசுக்களையும் தோற்றுவிக்கும்.

இ. 1. புற அடுக்கு ; 2. மூளை ; 3. கண் ; 4. மூக்குத் தடிப்பு.

ஈ. 1. ஓட்டாசிஸ்ட் ; 2. செவுள்கள் ; 3. குருத்தெலும்பு.

உ. 1. தசைத் துண்டங்கள் (சோமைட்டு) ; 2. முதுகுநாண் ; 3. முன் சிறுநீரகக் குழாய்.

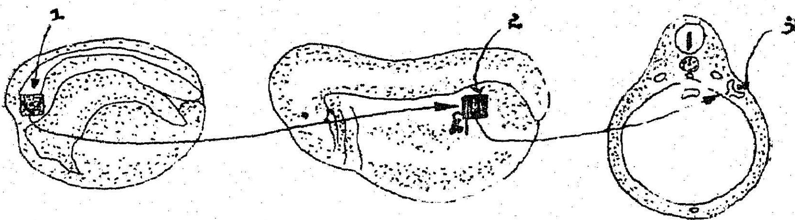
உயிரணுக்களுக்கு ஊடுருவக்கூடும், அல்லது குருதி ஓட்டத்தின் மூலம் பல பாகங்களுக்கு எடுத்துச் செல்லப்படக்கூடும். இவ்வாறு கொண்டுசெல்லபட்ட பொருள்கள்பல திசுக்களின் வளர்ச்சியையும் அங்கங்களின் வளர்ச்சியையும் திசைப்படுத்துவதில் (regulate)

முக்கிய பங்கு வகிக்கின்றன. இந்த வேதியியல் மாற்றங்களை நன்ருகப் புரிந்துகொள்ள மாற்றிப்பொருத்தும் (transplantation) சோதனைமுறை கருவளர்ச்சியில் கையாளப்படுகிறது. இந்த முறையினுல் குறிப்பிட்ட முதல்நிலைத் திசுவின் மாறுபாடடையும் தன்மையை நன்குஅறியலாம். மாற்றிப்பொருத்தும் முறை யையும் அதன் விளைவுகளையும் கீழே காண்போம்.

ஒரு தவளையின் இருபடைக் கருக்கோளிலுள்ள (gastrula) கண் வளர்ச்சியுறும் பாகத்தை, வளரும் கருவில் பொருத்திஞல் கீழ்க்கண்ட வளர்ச்சி மாறுதல்களைக் காணலாம்.

1. ‘அ’ என்ற இடத்தில் பொருத்திஞல் சாதாரணமாக வளரக்கூடிய கண் இங்கேயும் வளர்கிறது.
2. கண்ணுக வளரக்கூடிய பாகத்தை உப்புநீரில் (saline) வளரவிட்டால் மாறுபடாத புறத்தோலாக வளர்கிறது.
3. கண்ணுக வளரக்கூடிய பாகத்தை க, கா, கி என்ற வெவ் வேறு பாகங்களில் பொருத்திஞல் பொருத்தப்பட்ட இடத்திற்கேற்ப மாறுபாடுடைய நல்ல அமைப்புக் கொண்ட திசுக்களாக வளர்கிறது.

இதிலிருந்து உத்தேசக் கண்ணுகும் பாகத்தில் (presumptive eye Region) கருவியல்பான தன்மை ஆற்றல் (potential) இளம் வளர் கருவில் நிர்ணயிக்கப்படவில்லை என்று தெரிகிறது. ஆகவே, ஒட்டுகள் சூழ்நிலைக்கேற்ப வளரும் தன்மையுடையனவாக இருக் கின்றன (படம் 62).



படம் 62.

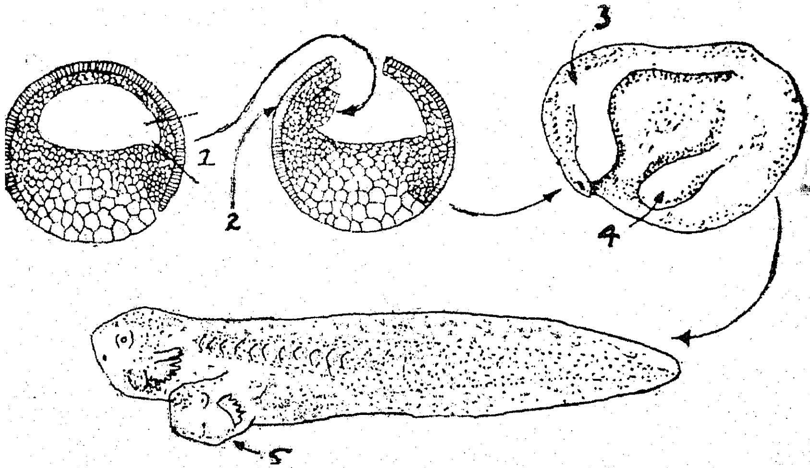
நரம்பு நார் உடைய படிநிலையில், எதிர்காலக் கண்ணுக வளரும் பகுதி மாற்றி ‘கி’ என்ற பகுதியில் ஒட்டப்பட்டிருக்கிறது. இந்தக்கண் பகுதி கண்ணுகவே வளர்கிறது. கண் உருவாவது நிர்ணயிக்கப்பட்டு விட்டது.

1. நிர்ணயிக்கப்பட்ட பகுதி; 2. மாற்று ஒட்டு; 3. கண்.

பரந்துகிடக்கும் மாறுபாடடையும் தன்மை, கரு வளரவளரக் குறைகிறது. ஆகவே, வளர்ந்த கருவின் சில பாகங்களை மாறு

பட்ட இடங்களில் மாற்றிப் பொருத்தினுல், இடத்திற்கேற்ப வளர்ச்சியுருமல் தன்வழியில் வளர்கிறது என்பதைக் கீழ்க்கண்ட பரிசோதனை விளக்குகிறது.

நியூறுலா படிநிலையிலுள்ள (neurulla stage) கருவின் கண்ணுகை வளரும் வட்டத்தைச் (eye region) சற்று வளர்ச்சியுற்ற கருவின் 'கி' என்ற இடத்தில் மாற்றிப் பொருத்தினுல் கண் வளர்ச்சி யடைகிறது. இதே திசுவை இளநிலைக் கருவிலிருந்து எடுத்து மாற்றிப் பொருத்தினுல் சூழ்நிலைக்கேற்றவாறு மாற்றம் அடைந்து சோமைட்டாகவும், நெப்ரோடோமாகவும் (somites, nephrotome) வளர் கிறது. இதிலிருந்து ஒரு கரு இளநிலையிருந்து முதிர் நிலைக்கு வளரும்பொழுது கருவின் பல பாகங்களின் வருங்கால வளர்ச்சித் திசை படிப்படியாக நிர்ணயிக்கப்படுகிறது என்பது வெளிப்படு கிறது (படம் 63).



படம் 63.

இளவளர்கருவின் ஒரு குறிப்பிட்ட பகுதி, வேருெரு வளர்கருவில் மாற்றி ஒட்டப்பட்டால், துணைநிலைத் தலையை, ஒட்டப்பட்ட இடத்தில் தோற்றுவிக்கிறது.

1. எதிர்கால முதுகுநாண் பகுதி ; 2. எதிர்கால புறத்தோலடுக்கு ; 3. முதல் நிலை நரம்புத் தட்டு ; 4. துணை நிலை நரம்புத் தட்டு ; 5. துணைநிலை வளர்கரு.

ஓம்புயிர் கருவில், மாற்றிப் பொருத்தப்பட்ட திசுவில் வளர்ச்சி மாறுபாடுகள் பாதிக்கப்படுவதோடல்லாமல் சுற்றியுள்ள ஓம்புயிர்த் திசுக்களிலும் முக்கிய மாற்றங்களை ஏற்படுத்தும். இள நிலைக் கருவின் ஒரு பகுதியை வேருெரு ஒத்த இளநிலைக் கருவில் புதிதான இடத்தில் பொருத்தினுல் ஓம்புயிர் கருவில் வளர்வதைக்

காணலாம். இந்தக் கருவின் திசுக்கள் ஓம்புயிர் திசுக்களிலிருந்து பெறப்பட்டது. இதைத்தான் கருநிலைத்தூண்டல் (embryonic-induction) என்று அழைக்கிறார்கள்.

மேலே வரையப்பட்ட படங்கள் இளநிலைக் கருவிலிருந்து ஒரு குறிப்பிட்ட பகுதியை வேறொரு விருத்தோம்பிக் கருவில் பொருத்தினால் மற்றொரு வளர்கரு வளர்வதைக் காட்டுகின்றன. இதிலிருந்து நாம் மாற்றிப் பொருத்தியது தூண்டும் சக்தி வாய்ந்தது என்பது புலனாகிறது.

கருநிலைத் தூண்டலும் ஜீன் விளைவுகளும் (Genes in Embryonic Induction): தூண்டியியக்கக் கூறுகளால் (organizers) ஏற்படுத்தப்பட்ட ஒருமித்த வளர்ச்சியை மரபணுக்கள் இரண்டு வகைகளில் பாதிக்கக்கூடும். வளர்ந்துவரும் தூண்டியியக்கக் கூறுகளின் சாதாரண வேதியியல் மாற்றங்களுக்குப் பதிலாக மாறுபட்ட வேதியியல் மாற்றங்களை மரபணுக்கள் ஏற்படுத்துகின்றன. இந்த மாறுபாடடைந்த வேதியியல் மாற்றங்களைக்கொண்ட தூண்டியியக்கக்கூறு தன்னைச் சுற்றியுள்ள திசுக்களின் வளர்ச்சியைப் பாதிக்கிறது. இரண்டாவதாகத் தூண்டுதல்களை உணரும் திசுக்களின் திறமையையும் பாதிக்கிறது.

மரபணு அல்லது ஜீன் இந்த இரண்டில் முதலாவதாகக் கூறப்பட்ட மாற்றத்தை எப்படி உண்டுபண்ணுகிறது என்பதைக் காண்போம். சுண்டெலி (ஒருமித்த கருமுட்டை) டான்போர்த்தின் (குட்டைவால்) 'Sd' அல்லிலுக்கு ஒத்த கருமுட்டையைக் (homozygous) கொண்டிருந்தால் வால், குதம், சிறுநீரகம், சிறுநீர்ப்பை, முதுகெலும்பு போன்ற உறுப்புகளில் பல குறைபாடுகளைக்கொண்டு பிறந்தவுடன் இறந்துவிடும். டான்போர்த், ஒவ்வாத அல்லிலே அதன் விளைவுகளிலிருந்து கண்டுபிடித்தார். ஆகவே, இதை டான்போர்த் அல்லில் என்று அழைக்கிறார்கள். இந்த அல்லீல் முக்கியமாகக் கழிவு நீக்க மண்டலத்தில் பல மாறுதல்களை ஏற்படுத்துவதைக் கண்டார். லார்வாக்களில் சிலவற்றில் உருவம் குறைந்தும் சிலவற்றில் சிறுநீரகம், கழிவு நீக்கக் குழாய்கள் இல்லாமலும் இருந்தன.

'Sd' அல்லீல் ஒவ்வா நிலையிலிருந்து வளரும் கருவில் காணும் மாற்றங்களை ஆராயுமிடத்து இடைநிலை நெஃப்ராசிலிருந்து (mesonephros) வளரும் கழிவு நீக்கக் குழாய் தூண்டியியக்கிக் கூறாகச் செயல்படுகிறது என்று அறிந்தார்கள். அதாவது இடைநிலை நெஃப்ராஸ் கடைநிலை நெஃப்ராஸ் (metanephros) வளர்வதற்குத் தூண்டியியக்கக்கூறாக அமைகிறது. 'Sd' அல்லீல் இடைநிலை

நெஃப்ராஸின் வளர்ச்சியில் குறுக்கிடுவதால் கடைநிலை நெஃப்ராஸ், சிறுநீரகம் போன்றவைகள் வளர்ச்சியுறுவதில்லை.

நாளமில்லாச் சுரப்பிகளில் ஜீன் விளைவுகள் (Genetic Effects on Endocrine system): ஸ்மித் (Smith), மக்டுவல் (Mcdowell) போன்றவர்கள் குள்ள எலியில் செய்த சோதனைகளால் மரபணுக்கள் நாளமில்லாச் சுரப்பிகளின் வளர்ச்சியைப் பாதிக்கிறது என்பது தெரியவருகிறது. இந்தக் குள்ள எலித் தன்மைக்குரிய ஒத்த கருமுட்டைகளிலிருந்து வளரும் எலிகள் வளர்வதில்லை. அவைகள் சாதாரண எலிகளைப்போல் முழுவளர்ச்சியடைவதில்லை. எடையில் குறைந்து காணப்படுகின்றன. பாலின முதிர்ச்சியடைவதில்லை. இந்தக் குள்ளமான எலிகளின் பிட்யூட்டரி சுரப்பியின் முன்பாகம் (front lobe of pituttary) குறைந்தும் இரண்டு விதமான சுரப்புச் செல்கள் இல்லாமலும் இருப்பதைக் காணலாம். இதன் காரணமாக அட்ரினல் (adrenal), தைராய்டு (thyroid) போன்ற நாளமில்லாச் சுரப்பிகள் முழுவளர்ச்சியடைவதில்லை. இந்தக் குள்ள எலிகளில் சாதாரண எலிகளின் இயல்பான பிட்யூட்டரியின் முன்பாகத்தை எடுத்துப் பொருத்தினால் (implanted) மேலே கூறப்பட்ட குறைபாடுகள் நீங்கி சாதாரண எலிகளைப்போல் வளரத் தொடங்குகின்றன. குள்ள எலிகளின் பிட்யூட்டரியைப் பாலின முதிர்ச்சியடையாத சாதாரண பெண் எலிகளில் பொருத்தினால் முட்டையிடத் தூண்டுகிறது; ஆனால், வளர்ச்சி பாதிக்கப்படுகிறது. இதிலிருந்து திடீர் மாற்றமடைந்த மரபணுக்கள் வளர்ச்சிக்குத் தேவையான சில பொருள்களின் உற்பத்தியைப் பாதிக்கின்றன என்று அறியலாம்.

ஆனால், முட்டையிடச்செய்யும் இனவிருத்தி ஹார்மோன்களின் உற்பத்தியில் குறுக்கிடுவதில்லை. இதிலிருந்து எல்லா விதமான மாறுபாடுகளுக்கும் பிட்யூட்டரி சுரப்பியின் முன்பாகத்தில் சில குறிப்பிட்ட சுரப்பிச் செல்கள் வளர்ச்சியடையாததே காரணமாகும் என்று அறியலாம்.

பெயர்ந்து செல்லும் உயிரணுக்களில் மரபு அணுக்களின் விளைவுகள் (Effects on Migrating Cells): வளர்ச்சியில் சில குறிப்பிட்ட இடங்களில் சில குறிப்பிட்ட செல்கள் முழுமையாக மாறுபாடடைகின்றன. முழுமையாக மாறுபாடடைந்த செல் அல்லது செல்கூட்டம் அல்லது திசு இடப்பெயர்ச்சி அடைந்து புது இடங்களுக்குச் செல்லும். இவ்வாறு செல்லுமிடத்து புது இடத்தின் உள்ளார்ந்த பாகத்தையோ அல்லது சுற்றியுள்ள மற்றைய திசுக்களையோ மாற்றவல்லதாக இருக்கிறது. இதற்கு

உதாரணமாகக் கருப்பு நிறமிகள் (melanophores) வளரும் கருவிலுள்ள நரம்பின் பக்கங்களில் முழுமையடைந்து உரோமம், சிறகுகள் போன்றவைகளுக்கு இடப்பெயர்ச்சியடைந்து கருவின் எல்லாப் பாகங்களிலும் காணப்படுகின்றன. உரோமம், தோல் சிறகு முதலியனவற்றின் நிறம், வளர்ச்சி போன்றவைகள் இந்த நிறமிகளின் வளர்ச்சியையும் இடப்பெயர்ச்சியையும் பொருத்தே அமைகிறது.

வளர்ச்சியிலும் வளர்சிதை மாற்றத்திலும் ஜீனின் பங்கு (Effects on Regulation of Growth and Metabolism) : ஜீன் வளர்கின்ற உயிரியின் வளர்சிதை மாற்றத்தையும் ஒரு வழி வளர்ச்சியையும் கட்டுப்படுத்துகிறது. உயிரியின் முழு வளர்ச்சிக்கு இன்றியமையாத வளர்சிதை மாற்றங்களை ஒருவழிப்படுத்துகிறது. மேலும் ஒரு குறிப்பிட்ட காலத்தில் ஒரு குறிப்பிட்ட இடத்தில் வளர்சிதை மாற்றம் பாதிக்கப்பட்டால் பாதிக்கப்பட்ட இடத்தின் வளர்ச்சி வேகம் மற்ற பகுதிகளின் வேகத்தைவிட அதிகரிக்கிறது.

டிரோசோஃபைலாவில் மியாண்டர் (meander) என்ற கொல்லும் ஜீன் 1943-ல் ஹேட்ரான் (Hardon) என்ற கருவியல் வல்லுநரால் கண்டுபிடிக்கப்பட்டது. இது டிரோசோஃபைலாவின் மூன்ருவது குரோமோசோமில் இருக்கிறது. இந்தக் கொல்லி ஜீன் இருந்தால் சுவாசக்குழாய்கள் வளைந்து வளரும். அதன் லார்வா (larva) ஒரு படித்தான கொல்லி மரபணுக்களைக் கொண்டிருந்தால் அவைகள் பியூப்பாக்களாக மாறுவதில்லை. இந்தப் புழு மூன்று நாள்களில் பாதி வளர்ச்சியடைந்து இறந்துவிடும்.

மாற்றியொட்டும் பரிசோதனைகளிலிருந்து கொல்லி ஜீன் இருக்கும் லார்வா புரதப்பொருளை உட்கிரகிக்கும் சக்தியை இழந்து விடுகிறது. இது மியாண்டர் என்ற கொல்லி ஜீன்களைக்கொண்ட எல்லா லார்வாக்களிலும் காணப்படும் பொதுவான முறையாக இருக்கிறது. இந்தக் குறைபாட்டின் காரணமாக எல்லா உறுப்புகளிலும் எல்லாத் திசுக்களிலும் ஒரே முறையான விளைவுகள் ஏற்படுவதில்லை. ஆகவே, வளர்சிதை மாற்றத்தில் ஏற்படும் விளைவுகள் வளர்ச்சியைப் பல வகைகளில் பாதிக்கிறது. ஆகவே, நாம் ஜீன்கள் வளர்ச்சியில் ஒவ்வொரு படிநிலையிலும் தன்னுடைய முக்கியமான பங்கைச் செய்ய மறந்துவிடுவதில்லை என்று அறிகிறோம்.

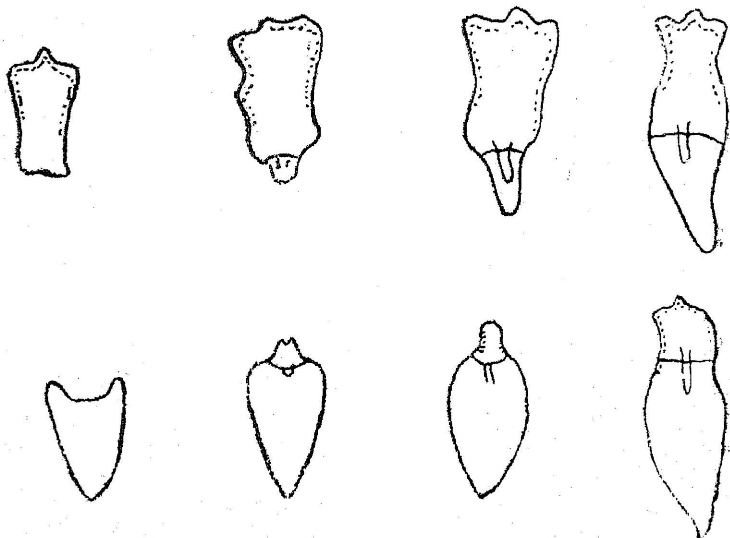
11. மறுவளர்ச்சி

(Regeneration)

உடலின் ஒரு பகுதியை நீக்கியபின் அது முழுமையாகவோ ஓரளவாகவோ அல்லது இழந்த பாகத்தின் ஓரளவோ தொடர்ந்து நிலை மீட்கப்படுதலுக்கு மறுமலர்ச்சி என்ற பதம் உபயோகப் படுத்தப்படுகிறது. மறுவளர்ச்சி என்ற சொல் மீட்டளப்புச் செய்முறைகளுக்குப் பயன்படுத்தப்படுகிறது.

எளிய அமைப்புடைய விலங்கை உதாரணமாக பிளனேரியன் (planarian) குறுக்காக இரண்டு கூறுகளாக வெட்டினால் வெட்டப் பட்ட ஒவ்வொரு முகத்திலிருந்தும் மொட்டுப் போன்ற (bud-like) வெளிவளர்ச்சி குறுகிய காலத்திற்குள் கண்டிப்பாக வளர்ச்சி யுறும் இதுதான் மறுமலர்ச்சி மொட்டு (regeneration bud) என்று அழைக்கப்படுகிறது. அது சமநிலையாய் வளர்கிறது. மேலும் உடலின் இழந்த பாகத்தைப் பதிலமர்த்தீடு செய்கிறது. அதாவது வால் பகுதிப் பாதியில் ஒரு புதிய முன்பகுதியை உருவாக்குகிறது. அதேபோல் முன்பகுதிப் பாதியில் ஒரு புதிய பின்பகுதியைத் தோற்றுவிக்கிறது (படம் 64). வெட்டு எந்த இடத்தில் நடைபெற்றது என்பது அவ்வளவு முக்கியமாக இல்லை. அப்படியே இருந்தாலும் இரண்டாம்நிலை முக்கியத்துவ மாகவே இருக்கிறது. புழுவின் நடுமையத்திலோ அல்லது முன் முனையிலோ அல்லது வால் பகுதியிலோ இவைகளில் எதுவா யினும் முடிவு எப்பொழுதும் ஒன்றுகவே இருக்கிறது இதி லிருந்து திரும்ப உண்டுபண்ணும் பண்பு மறுவளர்ச்சி நடந்து கொண்டிருக்கும் பொருள்களின் இயல்பால் தனித்தன்மைத்தாக முடிவு கட்டப்படவில்லை. நிலை அப்படிப்பட்டதாக இல்லை. உதாரணமாக உடலின் முன் பாதியில் வாலை உருவாக்கும் (tail forming) செல்கள் அல்லது பொருள்கள் இருக்கின்றன. மேலும் பின் பாதியில் தலையை உருவாக்கும் (head forming) பொருள்கள் இருக்கின்றன. உடலின் ஒவ்வொரு

தளத்திலும் ஒரு தலையும், ஒரு வாலும் ஆகிய இரண்டையும் தோற்றுவிக்கமுடியும். கொடுக்கப்பட்ட வகையில் மறுவளர்ச்சி



படம் 64.

ஃபாலிசிலிஸ் நைக்ராவின் மறுவளர்ச்சி.

0, 7, 9, 14 நாள்களில், முகப்புப் பாதியும், வால் பாதியும் மறுவளர்ச்சியுறுவது காட்டப்பட்டிருக்கிறது.

மொட்டிலிருந்து என்னதான் தோன்றும் அல்லது வளர்ச்சியுறும் என்பது வெட்டப்பட்ட இடத்தில் தோன்றியமொட்டு முன் பகுதி, பின் பகுதி ஆகிய இரண்டினுள் எந்தத் திசையை நோக்கி அமைந்திருக்கிறதோ அதைமட்டுமே சார்ந்திருக்கிறது. வேறுமுறையில் அல்லது வேறு சொற்களில் கூறினல் புழுவின் இயல்பான முதல் முனைத்துவம் (polarity) மறுவளர்ச்சியின் முடிவை நிர்ணயிக்கிறது. உண்மையிலேயே இந்த முனைத்துவம் புழு இரண்டு துண்டுகளாக்கப்படுவதால் உருவான இரு துண்டுகளிலும் சிதைவுருமல் இருக்கிறது. புழு பல பகுதிகளாகப் பிரிக்கப்பட்டபொழுதிலும்கூட இது உண்மையானதாகவே இருக்கிறது. இயல்பான முதல் முனைத்துவம் இந்த ஒவ்வொரு பாகத்தாலும் தங்கவைத்துக்கொள்ளப்பட்டிருக்கிறது. ஆகவே, அவைகளில் ஒவ்வொன்றும் முன் விளிம்பில் ஒரு தலையை மறுமலர்ச்சியுறச் செய்யவும் ஒவ்வொரு துண்டின் பின் பகுதியிலும் ஒரு வால் வளர்ச்சியுறும். சில சிறப்பான தனித்

தன்மையுள்ள வகையில் மட்டும் ஏதோ ஒரு சிகிச்சையினால் ஒவ்வொரு துண்டின் உள்ளார்ந்த முனைத்துவத்தைக் குன்றும்படி செய்யமுடியும் அல்லது தலைகீழாக நடைபெறும்படி செய்ய முடியும். எப்படியிருப்பினும் சில வகைகளில் இந்த நிலை மிகவும் சிக்கலாக இருக்கிறது. இசினியா ஃபோட்டிடா (eisenia foetida) என்ற மண்புழுவில் வெவ்வேறு மறுவளர்ச்சி ஆற்றலைக் கொண்ட பல பகுதிகளை வேறுபடுத்திக் காணமுடியும் (Gates, 1950). உடலின் மிக முன்னால் உள்ள ஆறு கண்டங்களின் (segments முன் விளிம்பில் ஒரு தலை மறுவளர்ச்சி அடைகிறது. ஆனால், பின் முனையில் மறுவளர்ச்சி நிகழ்வதில்லை. இந்த ஆறு கண்டங்களைத் தொடர்ந்த மண்டலமான பதினொன்று கண்டங்களில் தலைகள், முன்விளிம்பு, பின்விளிம்பு ஆகிய இரண்டு விளிம்புகளிலும் தோன்றுகின்றன. இருபத்தொன்றாவது கண்டத்திலிருந்து முப்பத்து நான்காவது கண்டம் வரை இரண்டில் ஒரு விளிம்பில் ஒரு தலையோ அல்லது வாலோ தோன்றக்கூடும். அதற்கு அடுத்த ஒரு பகுதி ஐம்பத்து நான்காவது கண்டம் வரை நீண்டிருக்கிறது. இதில் இரண்டு விளிம்புகளிலும் வால்கள் மட்டும் மறுவளர்ச்சியுறுகின்றன. முடிவில் ஐம்பத்து நான்காவது கண்டத்திற்குப்பின்னால் உள்ள மண்டலத்தின் பின்விளிம்பில் ஒரு வால் தோன்றுகிறது. ஆனால், முன்விளிம்பில் மறுவளர்ச்சி தோன்றுவதில்லை.

மறுவளர்ச்சியின் இயல்பான செய்முறைகளை இன்னும் சிறிதளவு நெருக்கமாக, நுணுக்கமாக ஆராய்ந்தறிவது முக்கியமானதாக இருக்கிறது. குறுக்கு வெட்டின் விளைவாக மறுவளர்ச்சி மொட்டு தோன்றுவதுதான் முதன்முதலில் கண்கூடான நிகழ்ச்சியாக இருக்கிறதென்பதை முன்பே கூறியிருக்கிறோம். இந்த மொட்டு மிகவும் சிரத்தையற்ற பண்புகளைக் கொண்ட செல்களால் உருவாக்கப்பட்டிருக்கிறது. எல்லா வகைகளிலும் இந்தச் செல்களின் தோற்றம் போதுமான அளவில் நன்றாக அறியப்படவில்லை. சில கீழ்நிலை விலங்குகளின் உடலின் வெவ்வேறு பாகங்களில் வேறுபாடு அடையாத செல்கள் அல்லது (un-differentiated cells) சிறப்பெய்தாத செல்கள் காணப்படுகின்றன. குறுக்கு வெட்டிற்குப்பின் இந்தச் செல்கள் காயப் பரப்பிற்கு புலம்பெயர்ந்து சென்று ஆங்கே குவிகின்றன. செல்வி டுபாய்ஸ் (Miss Dubois, 1949) எடுத்துக்காட்டாக பிளனேரியா (planaria) வகையில் இதைச் செய்துகாட்டியுள்ளார்கள். மறுவளர்ச்சி 'X' கதிர்களின் கதிரேற்றத்தால் (irradiated) குறுக்கப்படுகிறது. கதிரேற்றம் பெறும்படி செய்யப்பட்ட விலங்குகள் ஒரு சில வாரங்களுக்குப் பிறகு இறந்து விடுகின்றன.

ஆனால், உடலின் ஐந்தில் இரண்டான முன்பாகங்கள் மட்டும் கதிரேற்றத்திற்கு உட்படுத்தப்பட்டு அதன்பின் தலை நீக்கப் படுமேயானால் மறுவளர்ச்சி காணப்படும். இருப்பினும், கதி ரேற்றத்திற்கு உட்படாத விலங்கைவிட ஒரு மாதம் கழித்து மறுவளர்ச்சி காணப்படுகிறது. செல்வி டுபாய்ஸ் (Mtss Dubois 1949). மறுவளர்ச்சிச் செல்கள் அல்லது நியோஃபிலாஸ்டுகள் (noeblasts) உடலின் கதிரேற்றத்திற்கு உட்புகுத்தப்படாத பாகங் களிலிருந்து இரணப்பரப்பிற்குப் புலம்பெயர்ந்து செல்வது உண்மையே என்பதன் மூலமாக மெய்ப்பிக்க முடிந்தது. கதி ரேற்றம் பெற்றமண்டலம் அதிகமானால் மறுவளர்ச்சியின் வேகம் மிகவும் தாமதப்படுத்தப்படுகிறது. இந்தப் புலம்பெயர்தல் தன் னியல்பினதாக இல்லை. இரணம் தோற்றுவிக்கப்பட்ட பின்னரே இது நிகழ்கிறது. இது எப்பொழுதும் இரணத்தை நோக்கியே ஆற்றுப்படுத்தப்படுகிறது. செல்கள் முன்னேக்கியும் பின்னேக் கியும் அல்லது பக்கவழியிலும் நகரமுடியும். செல்களில் புலம் பெயர்தல் தோன்றுவதற்குக் காரணமாயிருக்கிற புறத்தூண்டல் உடலின் முழுவதும் பரவுகிறது. இரணம் தோற்றுவிக்கப்பட்ட பின் நான்கு அல்லது ஐந்து நாள்களில் அது மறைந்து விடு கிறது. ஒரு தடவை தோன்றியபின் புலம்பெயர்தல் தொடர்ச்சி யாக மறுவளர்ச்சி பிளாஸ்டீமா (blastema) இரணப்பரப்பில் தோன்றும்வரையில் நடைபெற்றுக்கொண்டிருக்கிறது. மறு வளர்ச்சி மொட்டுவைத்தோற்றுவிக்கும் ஆற்றலோடல்லாமல் நியோஃபிலாஸ்டுகள் உடலின் வேறுசில சிதைவுற்ற பகுதிகளைப் புதுப்பிக்கும் ஆற்றலையும் வைத்திருக்கின்றன. அவைகள் சர்வ வல்லமையுள்ளதாக இருக்கின்றன (omnipotent). அதாவது அவைகள் வேறு எந்தத் திசுவையும் தோற்றுவிக்கமுடியும்.

புலம் பெயர்ந்து செல்லும் நியோஃபிலாஸ்டுகள் சில மண் புழுக்களிலும் காணப்படுகின்றன. ஆனல், எல்லா மண்புழுக் களிலும் காணப்படவில்லை. ஹைடிரா பாலிப்பின் இடையீட்டுச் செல்கள் (interstitial cells) என்றழைக்கப்படுகின்ற செல்கள் இந்தத் தொகுப்பின் மீட்டளிப்புச் செய்முறைகளில் இதற் கொப்பான செயலையே நிகழ்த்துகின்றன என்பது இன்னும் வாத, எதிர்வாதத்திற்குரிய கருத்தாகவே இருக்கிறது.

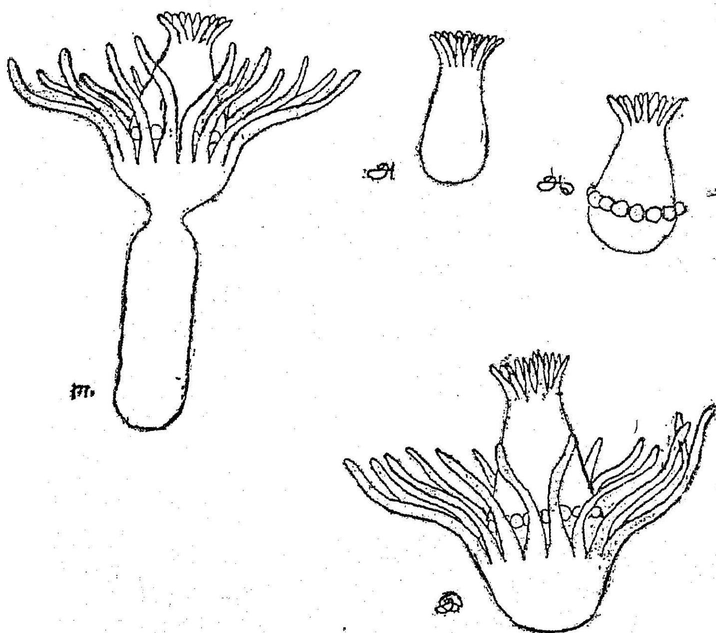
வேறுவகையில் மறுவளர்ச்சிச் செல்கள் திசுச் செல்கள் மாறு பாடடைவதற்கு முன்னுள்ள நிலையை மீண்டும் அடைவதாலேயே தோற்றுவிக்கப்படுகின்றன என்பது உண்மை நிகழ்ச்சியாகவே இருக்கிறது. அது அதன் மூலமாக மிகவும் கருநிலைப் (embryonic) பண்பைப் பெறுகின்றது. மேலும் அவைகள் அதிக அளவில்

பிளவுபடும் ஆற்றலையும் பெறுகின்றன. மறுவளர்ச்சி மொட்டு ஒரு முறை ஏதோ ஒரு உருவளவை அடைந்தவுடன் வெளிப்படையாகக் கண்ணிற்குப் புலப்படும் மாறுபாடு அடைதல் இந்தப் பொருளில் நிகழ ஆரம்பிக்கிறது. இதிலிருந்து இன்னது வளர்ச்சியுறும் என்பதை அறிவது சாத்தியமாகிறது.

பல வளையத்தசையுடைய (annelid worms) புழுக்களின் முன்முனையில் வளர்ச்சியுறும் மறுவளர்ச்சி மொட்டு எப்பொழுதும் இயல்பான புழுவின் தலைப்பகுதி அதாவது உடலின் முன் பகுதியில் காணப்படும் கண்டங்களை ஒத்திருக்கிற முடிவான எண்ணிக்கையுள்ள கண்டங்களாக மாறுபாடடைகின்றன. மறுவளர்ச்சி உண்டாக்குவதிலுள்ள கண்டங்களின் எண்ணிக்கை வெட்டுண்ட இடத்திற்கு முற்றிலும் தனித்தன்மையுடையதாக இருக்கிறது. பாலிக்கீட் புழு (polychaete worm) சாபெல்லாவில் (sabella) எடுத்துக்காட்டாக மறுவளர்ச்சியடைகின்ற துண்டு இயல்பான புழுவின் வால்முனையைச் சார்ந்திருந்தாலும்கூட புழுவின் சுவாசப் பால்புகளைத் தாங்கி இருக்கும் கிரீடம் எப்பொழுதும் மூன்று கண்டங்கள் உருவாக்கப்படுகின்றன. இந்த மூன்று கண்டங்களில் மிக முந்தியபகுதி சுவாச பால்புகளைத் தாங்கிய கிரீடமாக வளர்ச்சியுறுகிறது (படம் 67). இது இங்கே மறுவளர்ச்சி உடலின் காணாமல்போன பாகங்களின் மீட்டளிப்புக்குச் (restitution) செல்லவில்லை. ஆனால், ஒரு தானியங்கு (autonomous) மாறுபாடடைதலினால் ஒரு புதிய முன்முனையை மட்டும் தோற்றுவிக்கிறது என்பதைக் காட்டுகிறது. இதற்கு எதிரிடையாக மறுவளர்ச்சி மொட்டின் வால்விளிம்பின் மாறுபாடடையும் மாதிரி இந்தத் துண்டிலுள்ள திசுக்களின் இயல்பைச் சார்ந்திருக்கிறது. இங்கே உடலின் இழந்த பாகங்கள் முழுமையாக பதில் வைப்புச் செய்யப்படுகின்றன.

இதுவே பிளனேரியனுக்கும் பொருந்தும். இங்கே மீண்டும் முன் விளிம்பின் மறுவளர்ச்சி அதனுடைய நிலை பண்பின் அடிப்படைக்குட்படாமல் தலையை மட்டுமே தோற்றுவிக்கிறது. ஆகையால் பின் விளிம்பில் மறுவளர்ச்சி காணாமற்போன பாகங்களின் முழுமையான மீட்டளிப்புச் செயலுக்கு ஈர்த்துச் செல்கிறது. இது போன்ற புலன்குறித்த செய்திகள் மீட்டளிப்புச் செய்முறைகளிலும் காணப்படுகின்றன. இது ஹைடிரா பாலிப்புகளில் குறுக்குவெட்டு நடைபெற்றபின் காணப்படுகிறது. இருப்பினும் இங்கே பொதுவிதியாக உண்மையான மறுவளர்ச்சியாகாது. ஆனால், இதை 'பழைய திசுக்களின் மீட்டமைப்பு' என்று அழைக்கலாம். இவ்வாறு மீட்டமைப்புப்பெற்ற திசுக்கள்

தொடர்ச்சியாக புற அமைப்பிற்கேற்ப பின் வேறுபாடடைந்து முந்திய நிலையைப்பெற்று அதிலிருந்து தொடர்ச்சியாக புது மாறு பாடடைகிறது. இதுபோன்ற அடித்துண்டைத் (stem fragment) தனியாகப் பிரித்தெடுத்தால் பிரித்தெடுத்த அடித்துண்டின் உருவளவு போதுமானதாக இருந்தால் அதிலிருந்து ஒரு புதிய ஹைடிராந்த் (hydranth) தோன்றுகிறது. சிறிய பாகங்கள் பாலிப்பின் (poly) முன் பாகங்களையே தோற்றுவிக்கின்றன. ஆனால், இந்த முன் பாகங்கள் சாதாரண உருவளவுடையதாக இருக்



படம் 65.

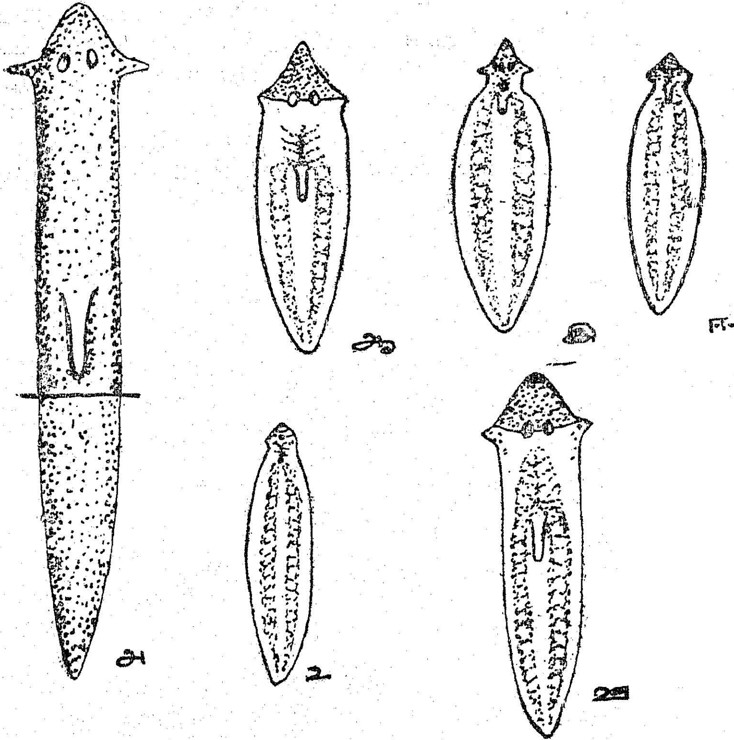
ஹைடிரா பாலிப் டியுபுலேரியாவின் மீட்டமைப்பாக்கம்.

அ. மிகச் சிறிய பகுதி. பாலிப்பின் முகட்டுப் பகுதியைத் தோற்றுவிக்கிறது.

ஆ-ஈ. அதிகமான பொருள்கள் இருந்தால் அதிகமான அடிப்பகுதி தோன்றுகிறது.

கின்றன. வெளிப்படையாக மீட்டமைப்புச் (reorganisation) செய்முறைகள், முன் முனைப்பாகங்கள் தோன்றியபின் தோன்றி இங்கிருந்து அடிப்பாகத்தை நோக்கிச்செல்கின்றன. இவ்வாறு செல்லும் பொழுது இதனிடைப் பகுதியில் காணப்படும் பொருள்களெல்லாம் உபயோகப்படுத்தப்படும்வரையில் நடைபெறுகிறது (படம் 65).

தோன்றிய முன் பாகங்களின் உருவளவு ஏறத்தாழ வெளிச் சூழ்நிலையைச் சார்ந்திருக்கிறது. உதாரணமாக பிளனேரியா



படம் 66

பிளனேரியாவில் மறுவளர்ச்சியுற்ற தலையின் வடிவளவிற்கும் அமைத்துருவாக்கும் சக்திக்கும் உள்ள இடைத்தொடர்பைக் காட்டுகிறது.

அ. எல்லாப் படங்களும், முதலில் வெட்டப்பட்ட, வால்பாதியின் மறுவளர்ச்சியை விளக்குகின்றன. வெட்டுத்தளம் கோடிட்டுக் காட்டப்பட்டிருக்கிறது.

ஆ. இயல்பான சூழ்நிலையில் மறுவளர்ச்சி.

இ, ஈ, உ. மயக்க மருந்தின் செறிமாணம், அதிகமாக, அதிகமாக மறுவளர்ச்சியுறும் பகுதியின் வடிவளவு குறைகிறது. இதற்கொப்ப தூண்டப்பட்ட தொண்டையின் வடிவளவும் குறைகிறது. தலைக்கும் தொண்டைக்கும் இடையிலுள்ள தூரமும் குறைகிறது.

ஊ. பெரிதும் உகந்த வெப்பத்தில், பெரிய தலை, பெரிய தொண்டை, தலைக்கும் தொண்டைக்கும் இடையில் அதிகமான தூரம், போன்றவைகளைக்கொண்டு மறுவளர்ச்சி தோன்றுகிறது.

வின் (planaria) மறுவளர்ச்சி மொட்டு குறைவான வெப்ப நிலைக்கு அல்லது மயக்கப் பொருள்களின் ஆக்கத்திரிபுகளுக்குட்

படுத்தப்பட்டால் ஒரு சிறிய தலைதான் தோற்றுவிக்கப்படுகிறது. மற்றைய வகைகளில் அதிக வெப்பநிலைகளில் (high temperature) மிகப்பெரிய தலைகள் தோன்றுவதாக இருக்கிறது (Child, 1915) (படம் 66). ஹைடிராய்டு டியுபுலேரியாவில் (hydroid tubularia) தோற்றுவிக்கப்பட்ட ஹைடிராந்த்தின் உருவளவு உயிர்க்காற்று இறுக்கத்தைப் (oxygen tension) பொறுத்தே இருக்கிறது. இங்கேயும்கூட மயக்கும் (narcotics) பொருள்கள் உருவளவைக் குறைக்கிறது. இருந்தபோதிலும் அதிக உயிர்க்காற்று இறுக்கத்தினுல் இழப்பு ஈடுகட்டப்பட்டு விடுகிறது (Barth, 1944). சாதாரண மறுவளர்ச்சியில் திசுக்களில் உருவான தடுக்கும் பொருள்கள் மயக்கமூட்டும் பொருள்களின் செயலை இரட்டிப்படையச் செய்யும் செயலாகவே இருக்கலாம் என்று கருதப்படுகிறது. குறுக்குவெட்டின் பின் இரணப்பரப்பிற்கு மேலான உயிர்க்காற்று கொடுக்கப்படுவதாலும் தடுக்கும் பொருள்கள் கசிவதன் மூலம் மறைந்து விடுவதாலும் மறுவளர்ச்சி ஆரம்பமாகிறது.

சில வகைகளில் குறிப்பிட்ட இடங்களின் ஆக்கப்பொருள்களை நீக்காமல் புறத் தூண்டல்களை ஒரு புதிய தலை அல்லது ஹைடிராய்டுகளில் ஒரு புதிய ஹைடிராந்த்தை தோற்றுவிப்பதற்குப் போதுமானதாக இருக்கின்றன. உதாரணமாக கோல்ட்ஸ்மித் (Goldsmith, 1940), பிளனேரியன் (Planarian) உடலின் முன்முனைப் பகுதியில் வெட்டுகளை ஏற்படுத்தியோ அல்லது தீப்புண் படுத்தியோ குறிப்பிட்ட வழக்கமான எண்ணிக்கைக்கு மேற்பட்ட தலைகள் தோன்றும்படி செய்தார். மண்புழுவின் உடலின் முன் பகுதியில் ஒரு புண் (wound) ஏற்படுத்தப்பட்டு வயிற்றுப் புற நரம்பு மண்டலத்தின் வெட்டுண்டமுனை இந்தப் புண்ணினுள் கொண்டு வரப்பட்டால் உடலின் முன் முனையின் பக்கவாட்டில் குறிப்பிட்ட வழக்கமான எண்ணிக்கைக்கு மேற்பட்ட தலை தோன்றலாம் (Avel, 1947). உண்மையாகவே நரம்புவடம் புறத் தூண்டுதலையோ அல்லது செயலெழுச்சி ஆக்கத்திரிபுகளையோ புண்ணில் தோற்றுவிக்கிறது. ஆனுல், புண் தன்னியல்பாக இந்த இடத்தில் தலையைத் தோன்றும்படி செய்வதில்லை.

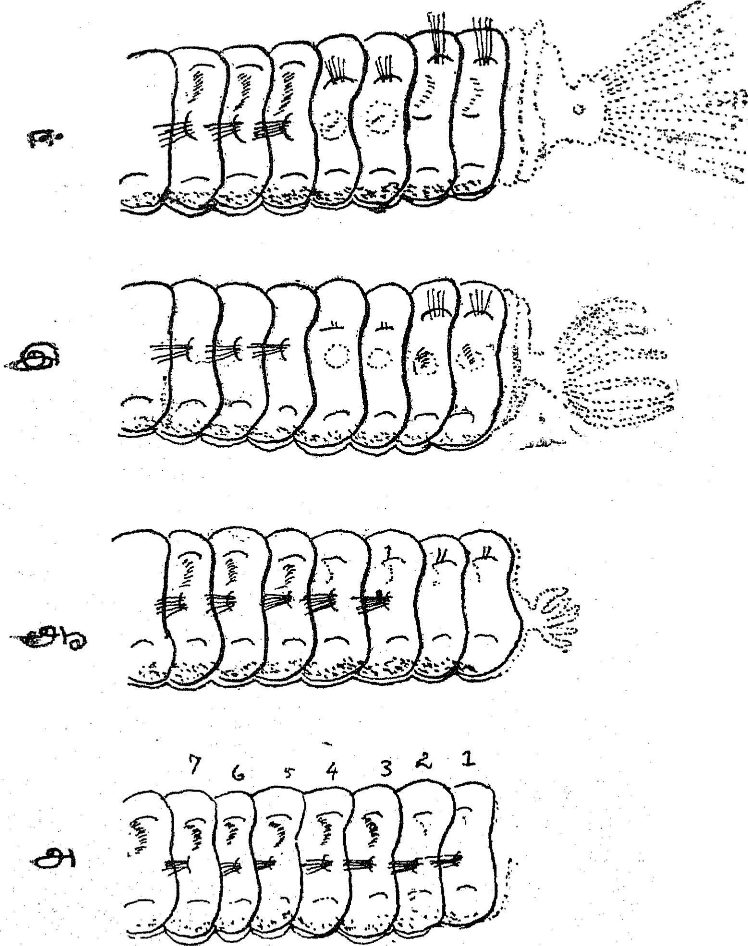
மறுவளர்ச்சி பிளாஸ்டீமாலிவிருந்து (blastema) மாறுபாடடையும் உறுப்புகளில் கரு வளர்ச்சியின்பொழுது நாம் கண்டது போன்றவைகளுக்கு ஒப்பான, ஒன்றுக்கொன்று பரஸ்பரமான ஆக்கத்திரிபுகள் முக்கியமான பங்கை வகிக்கின்றன என்பதை ஊகித்துக்கொள்ளவேண்டும். உண்மையாகவே பாலிசீலிஸ் (polycelis) என்ற தட்டைப்புழுவின் திரும்ப உண்டுபண்ணுகிறதிலிருந்து கண் தோன்றுவது பெருமூளை நரம்புத்திரளால் (cere-

lral ganglion) உருவாக்கப்படும் ஒரு பொருளையும் அது உடலின் வழியாகக் கலந்தூடு பரவுதலையும் சார்ந்திருப்பதாக மெய்ப்பிக்கப் பட்டிருக்கிறது. அதனுடைய அடர்த்தியின் திசையை நோக்கிக் குறைகிறது. மேலும் உடலின் பாகங்களிலுள்ள செல்களால் இந்தப் பொருள் ஒரு செயலற்ற நிலையிலேயே எடுத்துக்கொள்ளப் படுவதாகத் தோன்றுகிறது (Lender, 1955). இயல்பாகக் கண் களைத் தாங்கும் பகுதிகளிலுள்ள செல்கள் மட்டும் தூண்டி யியக்கும் பொருள்களின் கண்ணைத் தோற்றுவிக்கும் செயல் விளைவுகளுடன் போட்டியிடும் திறனைக் கொண்டிருக்கிறது.

உடலின் வால் பகுதித் துண்டினுல் முன் பகுதியில் மறு வளர்ச்சியினுல் தோற்றுவிக்கப்பட்ட தலை துண்டிலுள்ள பழைய திசுக்களுக்கு முதலில் இணக்கமானதாக இல்லை. ஏனென்றல் உடலின் ஏதோ சில இடையிலுள்ள பாகங்களும் அவைகளுடைய உறுப்புகளும் காணப்படவில்லை. உயிரியின் இயல்பான அமைப்பு மறுவளர்ச்சியை அடுத்த உடனடியான இரண்டாம் நிலைச்செய்முறைகளால் மீட்கப்படுகிறது. இந்தச் செய்முறையை மார்பல்லாக்சிஸ் (morphallaxis) என்றழைக்கிறர். இதனுடைய போக்கில் திரும்ப உண்டுபண்ணும் கூறும் (regenerate), துண்டும் (fragment) ஒன்றுக்கொன்று பரிமாற்றம் செய்து அவை களுடைய உருவளவைச் சரிக்கட்டிக் கொள்கின்றன (படம் 64). இதற்கு மேலும் புதிதாகத் தோன்றிய தலை அதனருகிலுள்ள திசுக்களில் இயக்க விளைவுகளைத் தோற்றுவித்து இந்த இயக்க விளைவின் வழியாகத் திசுக்களின் மறுசீரமைப்பினுல் (reorganisation) காணுமற்போன பாகங்கள் இங்கே உருவாக்கப்படுகின்றன. உதாரணமாக பிளனேரியன் வால்பாகம் ஒரு புதிய தலையைத் தோற்றுவிக்குமேயானுல் முதலில் பிளனேரியன் உடலின் நடுப் பகுதியில் அமைந்திருக்கின்ற தொண்டை (pharynx) காணப்பட வில்லை. எப்படியாயினும், உடனடியாக நடைபெறும் மார்பல் லாக்சிஸினுல் (morphallaxis) ஒரு குழி உண்மையான மூலத் துண்டின் பழைய திசுவில் (original fragment) தோன்றுகிறது. இந்தக் குழி ஒரு புதிய தொண்டையுறையாக (pharynx sheath) வளர்கிறது. இது வெளியுலகோடு தொடர்பு ஏற்படுத்தி ஒரு புதிய வாயையும் தோன்றச் செய்கிறது. தொண்டையும்கூட மறுவளர்ச்சி பிளாஸ்டீமாவினுல் (regenersation blastema) தோற்றுவிக்கப்படுகிறது. இது தொண்டையுறையினுள் மறு வளர்ச்சி பிளாஸ்டீமாவின் முன் முனையிலிருந்து வளர்ச்சியுறு கிறது (Van Asperen, 1946).

சாபெல்லாவில் மார்பல்லாக்சிஸ் மிகவும் தெளிவாக இருக் கிறது. இந்தப் புழுவில் மிகவும் முன்னுலுள்ள 5 முதல் 11

கண்டங்கள் மார்புக் (thoracic) கண்டங்கள் என்றழைக்கப்படுகின்றன. இந்த மார்புக் கண்டங்கள் பின்னால் உள்ள வயிற்றுக்



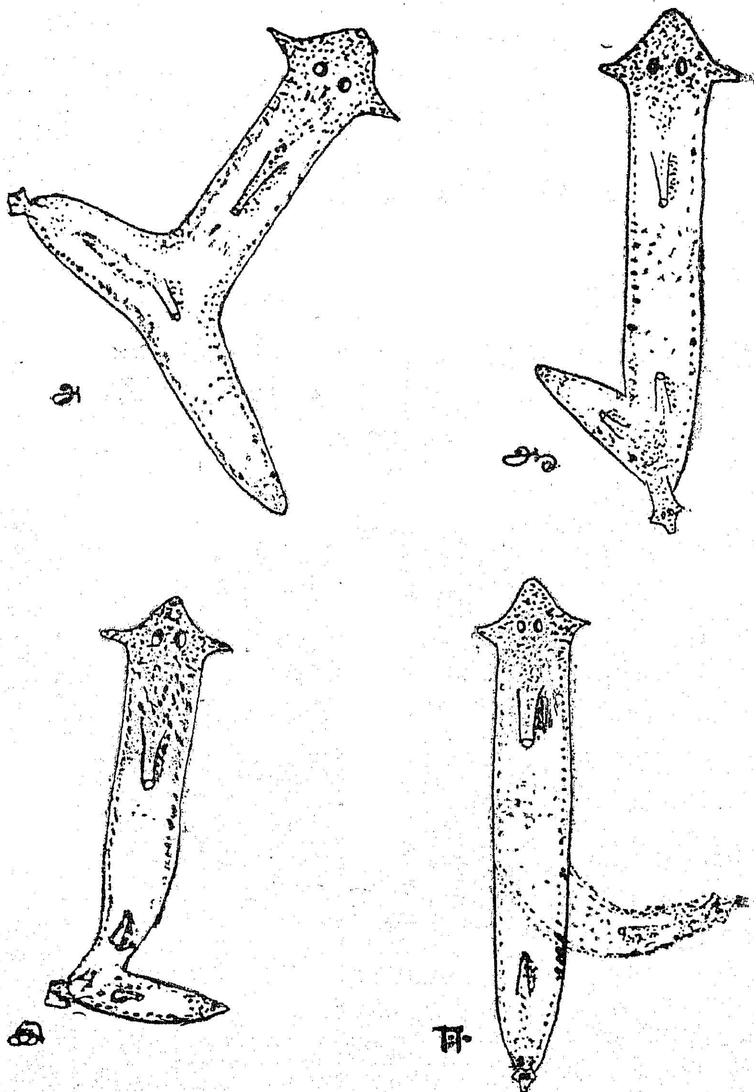
படம் 67

சாபெல்லா முகப்புப் பகுதி மறுவளர்ச்சியின் நான்கு படிநிலைகள்

மறுவளர்ச்சி முன்னேறிச் செல்லும்பொழுது, முதல்நான்கு வயிற்றுக் கண்டங்கள் உக்குகளையும், மயிர்ச் சிலிர்ப்புகளையும் இழந்து மார்புக் கண்டங்களாக வளர்கின்றன. மார்புக் கண்டங்களில் புதிய கொக்கிகளும், மயிர்ச் சிலிர்ப்புகளும் இடம்மாறித் தோன்றுகின்றன. இந்த இடமாற்றம், முகப்பு-வால்த்திசையில் ஒன்றன்பின் ஒன்றாகத் தோன்றுகிறது.

கண்டங்களிலிருந்து பல பண்புகளால் வேறுபடுத்திக் காண முடிவதாயிருக்கின்றன. விலங்கின் வயிற்று மண்டலப் பகுதியில்

குறுக்குவெட்டு நிகழ்த்தப்பட்டால் பின் பாகங்கள் மூன்று கண்டங்களைக்கொண்ட தலையை மறுவளர்ச்சியுறச் செய்கிறது.



படம் 68.

பிளனேரியா மாற்றிப் பொருத்தப்பட்ட தலைகள் அமைந்துருவாக்கும் செயல்

இது எப்படித் தொடர்நிகழ்வாயிருப்பினும் மிக முந்திய வயிற்றுக் கண்டங்களின் எண்ணிக்கையை மாற்றுகிறது. அவைகள் அதி லிருந்து மார்புப் பண்புகளைப் பெற்றுவிடுகின்றன (Berril, 1931) (படம் 67). இந்த மறுசீரமைப்பு (reorganisation) முன் பகுதி வால் பகுதித் திசையில் செல்கிறது (rostro-caudal-direction).

அங்கே எண்ணற்ற பரிசோதனைகள் சந்தேகத்திற்கிடமின்றி மார்பல்லாக்சிஸிக்கு (morphallaxis) முன்பே மறுவளர்ச்சி பெற்ற தலையின் இணைந்துருவாக்கும் செயல்களின் காரணமாக இருக் கிறது என்பது தெரியவருகிறது. சாண்டாஸ் (Santos, 1929) பிளனேரியன் தலையின் பாகங்களை வெட்டியெடுத்து மற்றொரு புழுவின் வால் பகுதியினுள் மாற்றிப்பொருத்தினர். இவ்வாறு மாற்றி ஒட்டப்பட்டத் திசு தலையில் காணுமல்போன பாகங்களை மறுவளர்ச்சியுறும்படி செய்தது; மேலும் ஓம்புயிர்த் திசுவி லிருந்து சிறிது தூரத்தில் ஒரு தொண்டையைத் தூண்டிற்று. இந்தத் தொண்டையின் திசை மாற்றிப் பொருத்தப்பட்ட தலை யினுடையதை ஒத்திருந்தது. பெரும்பாலான வகைகளில் ஓம்பு யிர்த் திசு முழுமையான ஒரு புதிய வால் பகுதியைக்கூடக் கொடுக்கிறது. இது மாற்றிப் பொருத்தப்பட்ட தலைக்குத் தகுந்தாற்போல் சரிக்கட்டப்பட்டிருக்கிறது (படம் 68). இது போன்ற விளைவுகள் இரண்டு பிளனேரியன் இனத்திற்குள் நடத் தப்பட்ட ஒவ்வா மாற்றொட்டு முறையில் இதுபோன்ற விளைவுகள் கிடைத்திருக்கிறது.

சென்ஜெல் (Sengel, 1953) இந்தப் பரிசோதனையைத் திரும்ப வும் செய்வதோடு நில்லாமல் வேறுவகைகளுக்குப் பொருந்துமாறு செய்துள்ளார். விருந்தோம்பித் திசுவில் தொண்டை தூண்டப் பட்ட பிறகு மாற்றி ஒட்டப்பட்ட தலை நீக்கப்பட்டுவிடுகிறது. சில காலம் கழித்து தூண்டப்பட்ட தொண்டையும்கூட நீக்கப் பட்டு விடுகிறது. விருந்தோம்பியின் முனைத்துவத்திற்குத் தலை கீழாக இருக்கும்படி பின்னது மாற்றி அமைக்கப்பட்டபொழுதும் கூட இது தனக்குச் சொந்தமான திசையிலிருந்து மாறுபடாமல்

அ. பக்கவாட்டில் மாற்றிப் பொருத்தப்பட்ட ஒட்டு, பக்கவாட்டு வெளிவளர்ச்சி யும், துணை நிலைத் தொண்டையையும் தூண்டியிருக்கிறது.

[ஆ, இ] கடை முனையின் கீழ்ப் பகுதியில் பொருத்தப்பட்ட ஒட்டு ஒரு வெளி வளர்ச்சி யையும் (முன்னேக்கி இருக்கிறது) இரண்டு தொண்டை தூண்டி இருக் கிறது.

ஈ. கடைமுனையில் ஒட்டப்பட்ட ஒட்டு, ஓம்புயிரின் வால் பகுதி முனைத்துவத்தைத் தலைகீழாக மாற்றி இருக்கிறது. துணைநிலைத் தொண்டையை வெட்டுக் கோடிட்டுக் காட்டப்பட்டிருக்கிறது. இந்த எடுத்துக் காட்டில் ஒட்டு, தனித் தன்மையுடையதுபோல நடந்து கொண்டது.

மறுவளர்ச்சியுறுகிறது. இதிலிருந்து மாற்றுஒட்டு (graft) வெறுமனே தொண்டையை மட்டும் தூண்டுவதில்லை ஆனால், இதற்கருகிலுள்ள ஓம்புயிர் வட்டத்தைத் (region) தொண்டை மண்டலமாக மாற்றி அமைக்கிறது (pharyngeal zone). இது அதிலிருந்து இயல்பான தொண்டை மண்டலத்தின் பண்புகளைப் பெற்றுவிடுகிறது.

ஹைடிராய்டுகளிலும்கூட இதுபோன்ற இணைந்துருவாக்கும் செயல்கள் இருக்கிறது என்பது வெளிக்காட்டப்பட்டிருக்கிறது. இங்கே அவைகள் பாலிப்பின் (polyp) முன் முனைப்பாகங்களால் செயல் முனைவிக்கப்படுகின்றன. ஹைடிராவில் ஒரு பாலிப்பினுடைய வாய் சூழ்ப்பகுதி அல்லது பெரிஸ்டோமை வேறொரு பாலிப் உடலின் பக்கவாட்டில் மாற்றிப் பொருத்தினால் (implanted) டென்டக்கிள்கள் உருவாவதையும் மொட்டைத் தோற்றுவிப்பதையும் தூண்டுகிறது.

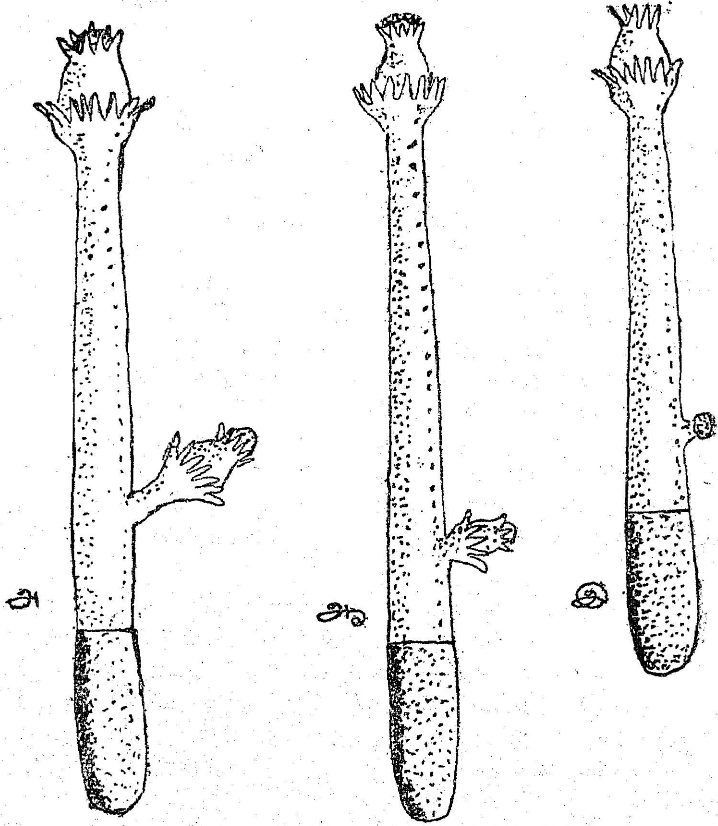
மறுவளர்ச்சியுற்ற தலையின் இந்த இணைந்துருவாக்கும் இயக்க விளைவுகளையோ அல்லது முன்பாகங்களையோ மேலும் கருவளர்ச்சியில் தூண்டியியக்கக்கூறுகளின் செயல்களையோ ஒப்பிட்டுப் பார்த்தால் ஒப்புமை வெளிப்படையானதாக இருக்கிறது. இங்கேயும்கூட இந்த நிலையைத் திரும்பவும் உண்டுபண்ணுகிறதிலிருந்து தோன்றிய ஒரு அமைப்பாண்மைச் செயலெல்லை தோன்றிய இடத்திலிருந்து மூலத்துண்டிற்கு (original fragment) அருகிலுள்ள பரப்பிற்கு விரிவடைகிறது. இங்கே தூண்டியியக்கக்கூறுவின் பங்கைத் திரும்பவும் உண்டுபண்ணுகிற கூறுவால் (regenerate) நிகழ்த்தப்படுகிறது. செயலெல்லையின் இயக்க விளைவுகளினால் செல்லிலுள்ள ஆக்கப்பொருள்கள் மார்பல்லாக்சிஸ் (norphallaxis) பண்புகளுக்கேற்றாற்போல் ஏதோ பல மாற்றங்களைப் பெறுகின்றன. இந்த மாறுபாடுகள் திரும்பவும் உண்டு பண்ணுகின்ற கூறுவையும் துண்டையும் (fragment) ஒன்றுக்கொன்று தக அமையுமாறு (adapt) செய்கிறது. ஆகையால் மறுவளர்ச்சியிலிருந்து பெற்ற கருத்துகள் அமைப்பாண்மைச் செயலெல்லையின் பண்புகளைப்பற்றிய மிக நுணுக்கமான கருத்துகளை மேலும் ஆழமாக்கலாம்.

எல்லாவற்றிற்கும் முதலில் சில எடுத்துக்காட்டுகளில் செயலெல்லை (field) அங்கே கிடைக்கின்ற ஆக்கப்பொருள்களுக்கு ஏற்றவாறு அதனுடைய உருவளவைத் தக அமைத்துக் கொள்கிறது. எடுத்துக்காட்டாக க்ளாவெல்லினா (clavelina) என்ற அசிடியனுடைய ஒரு முறிந்ததுண்டு (fragment) அதனுடைய திசுக்கள் முற்றிலும் மாறுபாடடைந்த நிலையிருந்து பின் மாறு

பாடடைந்த (de-differentiation) செல்களின் ஒரு இறுக்கமான திரட்சி போன்று தோன்றலாம். இந்த நிலையில் மீண்டும் புதிய தொரு மாறுபாடடைதல் (differentiation) தோன்றி மிகையான விகித சாம்யம் உடைய சிறிய கிளாவெல்லினவைத் (clavelina) தோற்றுவிக்கிறது (Huxley, 1926). இந்த எடுத்துக்காட்டில் செய லெல்லை (field) முரண்பாடில்லாமல் அதனுடையதை அங்கே இருக்கின்ற ஆக்கப்பட்ட பொருள்களின்மேல் சுமத்துகிறது. அதனுடைய உருவளவு அங்கே கிடைக்கின்ற செல்களின் அள வுக்கு ஏற்றாற்போல சரிக்கட்டப்படுகிறது. எவ்வாறிருப்பினும் இது எப்பொழுதும் அப்படியே இருப்பதில்லை என்பதை மேலே குறிப்பிட்ட ஹைடிராய்டு பாலிப்பு எடுத்துக்காட்டிலிருந்து காணலாம். இதில் முறிந்த துண்டுகள் (fragment) மிகவும் சிறியன வாக இருந்திருக்குமேயானால் அளவில் சிறிய முழுமையான பாலிப்புகளைத் தோற்றுவிக்காது. ஆனால், சாதாரண உருவளவு டைய ஹைடிராந்த்களின் பாகங்களை மட்டும் தோற்றுவிக்கும். ஆகையால் இந்தக் கருத்துப்படி செயலெல்லை இரண்டு வெவ் வேறான வழிகளில் ஒரு வழியின் வழியாகச் செயல்படலாம். இந்த இரண்டு வாய்ப்புகளில் ஒன்றைத் தேர்ந்தெடுப்பதற்கு எந்தக் காரணிகள் காரணமாக இருக்கின்றன என்பது இன்னும் முழுமையாக அறியப்படாத நிலையிலேயே இருக்கிறது.

மேலும், செயலெல்லை முடிவாக அமைகின்ற பரப்பு தூண்டி யியக்கக்கூறுவாகச் செயல்படும் திரும்ப உண்டுபண்ணும் கூறு வின் செயல் நிலையைப் (state of activity) பொறுத்தே இருக் கிறது என்று அறியப்பட்டிருக்கிறது. இது இதன் முறையில் புறக்காரணிகளால் விளைவுறும்படி செய்யப்படக்கூடியதாயிருக் கிறது. குளிர் இயக்க விளைவுகளுக்கோ அல்லது உணர்ச்சியிழக் கச்செய்யும் பொருள்களின் இயக்க விளைவுகளுக்கோ உட்படுத்தப் படுமேயானால் மறுவளர்ச்சியுற்ற பிளனேரியன் தலை (planarian) சிறியதாக இருக்கின்றது. மார்பல்லாக்சிஸில் (morphallaxis) தோன்றிய தொண்டையும் கூட செயலெல்லையின் ஆக்கத்திரிபு களுக்குட்பட்டு சிறியதாகவே இருக்கின்றது. தொண்டை முன் முனையிலிருந்து (rostral end) குறுகிய தூரத்திலேயே தோற்று விக்கப்படுகிறது. அங்கே தலையின் உருவளவிற்கும் தொண்டை யின் உருவளவிற்கும் இடையிலும் மேலும் இந்த இரண்டிற்கும் இடையிலுள்ள தூரமும் நேரடி விகித சாம்யம் ஆக இருக்கிறது (Child, 1915) (படம் 66). இதுபோன்ற அநுமானக் கோட் பாடுகள் ஹைடிராய்டுகளிலும் காணக்கிடக்கின்றன. சாபெல்லா வில் (sabella) மறுவளர்ச்சி அடைந்துகொண்டிருக்கும் தலை ஒளியேற்றம் பெறும்படி (illumination) செய்தால் செயல்

எல்லையை வலிமையுடையதாக விரிவடையச்செய்கிறது. இருளில் (darkness) கிட்டத்தட்ட நான்கும் வயிற்றுக் கண்டங்கள் (abdo-



படம் 69.

ஹடிரா பாலிப்பு கோரிமார்ஃபா, மாற்றிப் பொருத்தப்பட்ட தண்டின் அமைந்துருவாக்கும் செயல்

அ. தண்டின் முகட்டுப் பகுதி, ஒரு முழுமையான, புதிய, ஹைடிராந்த்தை 48 மணி நேரத்தில் தூண்டியது.

[ஆ, இ] தண்டின் அடிப் பாகங்கள் 'ஆ'-ல் சிறிய பகுதிகளை 48 மணி நேரத்தில் தூண்டியது.

'இ'-ல் இயற்கைக்கு மாறான புற வளர்ச்சிகளை 48 மணி நேரத்தில் தோற்றுவித்தது.

minal segments) மார்பல்லாக்சிஸ்சின் சமயம் மார்புக் கண்டங்களாக வளர்ச்சியுறுகின்றன (thoracic segments). ஆனால், இந்த

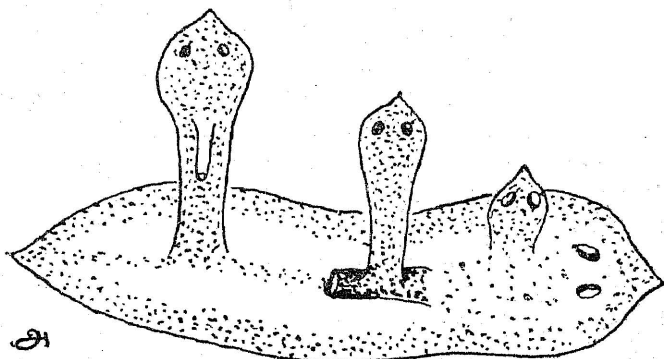
எண்ணிக்கை ஒளியேற்றத்தினுல் எண்பதாக உயர்த்தப்படலாம் (Berrill and Mess, 1936).

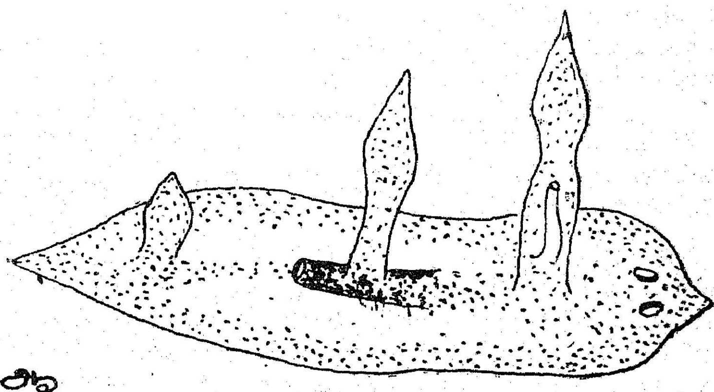
இணைத்துருவாக்கும் ஆற்றல் உடலின் முன்முனை பாகத்தின் தனி உரிமையாக இருக்கவில்லை. பொது விதியாக உடலின் ஒவ்வொரு பாகமும் பின்நிலை வால் பகுதியில் மேல் ஒரு இணைத் துருவாக்கும் செயல்விளைவுகளைத் தோற்றுவிக்கும் ஆற்றலைக் கொண்டுள்ளது. பிளனேரியன் (planarian) உடலின் நடுப்பகுதியிலிருந்து முறித்தெடுக்கப்பட்ட துண்டு (fragment) அதனுடைய பின் விளிம்பில் ஒரு வாலை மறுவளர்ச்சியுறச் செய்யமுடியும். அதனுடைய முன்முனையில் (rostral) தலையின் மறுவளர்ச்சி நிகழாதிருக்கும்பொழுதுகூட அதனுடைய பின் விளிம்பில் ஒரு வால் மறுவளர்ச்சியுறும். இந்த வகையில் ஒரு தொண்டையும்கூட உருவாக்கப்படலாம். இந்த நிலையில் மிகக்குறைந்த அளவிலாவது உடலின் முன்தொண்டைப் (prepharyngeal) பாகத்திலிருந்து முறிந்த துண்டு தோன்றியிருந்தால் ஒரு தொண்டை மறுவளர்ச்சியுறுவதாக இருக்கிறது. ஆனல், முறிந்த துண்டு பின் தொண்டையிலிருந்து (post pharyngeal region) தோன்றியிருக்குமேயானுல் ஒரு தொண்டை மறுவளர்ச்சியுறுவதில்லை. இது ஒக்காடா, சுகினே (Okada & Sugino, 1934) என்பவர்களின் கூர் நோக்கினுக்கு ஒத்ததாயிருக்கிறது. அதாவது மாற்றி ஒட்டப்பட்ட (transplanted) தலைகள் மட்டுமல்லாமல் மேலும் பிளனேரியன் உடலின் அதி வால் பாகங்களும் அதே இனத்தைச் சேர்ந்த வேருெரு விலங்கின் அதி பின் பாகங்களில் மாற்றி ஒட்டப்பட்டபொழுது தூண்டியியக்க விளைவுகளை ஏற்படுத்துகின்றன.

அதுவே பாலிப் கோரிமார்ஃபாவிற்கும் (corymorpha) பொருந்துவதாயிருக்கிறது. இங்கே தண்டின் பாகங்கள் வேருெரு பாலிப்பின் தண்டின் பக்கவாட்டில் மாற்றிப் பொருத்தப்பட்டால் (graft) பல வகைகளில் ஒரு புதிய ஹைடிராந்த் (hydranth) தூண்டப்படுகிறது. இது எப்பொழுது நிகழ்கிறதென்ருல் மாற்றி ஒட்டப்பட்ட பொருளின் (graft) உண்மையான இடவமைப்பைப் பொறுத்தே (அதாவது அதி முன்பகுதி இருந்தால்) ஒரு புதிய ஹைடிராந்த் தோன்றுகிறது (Child, 1929) (படம் 69).

ஆகையால், தூண்டியியக்கும் ஆற்றல் உறுதியாக குறிப்பிட்ட திசுக்களின் பண்பாக மட்டும் இல்லை. ஆனல், இது உடற்செயலில் நிலையைச் சார்ந்ததாக இருக்கின்றது. இது ஏற்ற இறக்கவாட்டமாகவும் (gradient) அதனுடைய செறிவு (intensity) முகட்டுமுனையிலிருந்து (apical or rostral end) வால்முனையை நோக்கி (caudal end) அல்லது உடலின் அடிமுனையை நோக்கிக்

குறைந்து கொண்டே செல்கிற பண்பையும் கொண்டிருக்கிறது. வேறொரு வழியில் கூறவேண்டுமானால் செயுலெல்லையின் ஒவ்வொரு பாகமும் அதிவால் (அதி அடிபாகம்) பாகங்களை ஆக்கத்திரிபு அடையுமாறு செய்கிறது. ஆனால், அதுவும் அதி முன்முனை(rostral) அல்லது முகட்டுப் (apical) பாகங்களினால் ஆக்கத் திரிபடையுமாறு செய்யப்படுகிறது.





படம் 70.

பிளனேரியா முனைத்தும், தொடர்ச்சியாயிராததன் விளைவைக் காட்டுகிறது.

அ. மாற்றி ஒட்டப்பட்ட தலை, வால் பகுதியில் இருந்தால் நன்குக வளர்கிறது.

ஆ. மாற்றி ஒட்டப்பட்ட வால் பகுதி ஓம்புயிரின் முன் பக்கத்தில் இருந்தால் அதிகமான வெளி வளர்ச்சி தோன்றுகிறது.

இந்த ஏற்ற இறக்கச் சரிவின் (gradient) இயல் பண்புகளைப் பற்றி மிகச் சிறிதளவே அறியப்பட்டிருக்கிறது. இந்தச் சந்தர்ப்பத்தில் மின்-உடற்செயலியல் (electro-physiological) அநுமானக்

கோட்பாடு போன்றவைகளைப்பற்றி நினைப்பது சாலச்சிறந்ததாக உள்ளது. இந்தப் பண்பைப் பொறுத்த அளவில் மோமெண்ட் (Moment, 1946-49) என்பவரால் நிகழ்த்தப்பட்ட ஆராய்ச்சிகள் மிக முக்கியமானதாக இருக்கின்றன. ஒரு பின் விளிம்பில் தோன்றும் மறுவளர்ச்சி மொட்டு (regeneration bud) பொது முறைமையாக உடலின் இழந்த பாகத்தை முற்றிலும் திரும்பவும் பெறும்படி செய்கிறது. இப்பொழுது மண்புழு இசினியா ஃபோட்டிடாவின் (eisenia foetida) வால்ப் பாதியின் மறுவளர்ச்சி நடைபெற்றுக்கொண்டிருக்கும் பொழுது புதிய கண்டங்கள் உருவாவது; அங்கே காணப்படுகின்ற மொத்தக் கண்டங்கள் ஒரு தோராயமான சாதாரண மதிப்பை அடைந்தபொழுது நின்றுவிடுகிறது. சாதாரண புழுவில் அங்கே ஒரு மின் அழுத்த-வேறுபாடு (electric potential difference) உடலின் முன் முனைக்கும் வால் முனைக்கும் இடையில் இருக்கிறது. இந்த அழுத்தம் வெட்டி நீக்கப்படுவதால் அழிக்கப்படுகிறது. ஆனால், மறுவளர்ச்சி நடைபெற்றுக் கொண்டிருக்கும் காலம் முழுவதிலும் மீண்டும் மின்அழுத்த வேறுபாடு படிப்படியாக உருவாக்கப்படுகிறது. இந்தப் படிப்படியாக உருவாக்கப்படல் அது அதனுடைய ஆரம்ப மதிப்பை மீண்டும் பெறும்வரை நிகழ்கிறது. இந்த நிகழ்வு புதிய கண்டங்கள் தோன்றுவதில் முடிவடையும் அதேசமயத்தில் நிகழ்கின்றது. இதனடிப்படையில் மோமெண்ட் (moment) புதிய கண்டங்கள் தோற்றுவிக்கப்படுகிறது. மின் புலம் (electric field) ஏதோ ஓரளவு செறிவைப்பெற்ற சிறிது காலத்திற்குள் அதனால் ஈடுபடுத்தப்பட்ட தடுக்கும் செயலால் ஒரு முடிவுக்குக் கொண்டுவரப்படுகிறது என்று கண்டார்.

மறுவளர்ச்சிச் செயலெல்லையினுடைய (regeneration field) ஏற்ற இறக்கச் சரிவுப்பண்பு அடிக்கடி மறுவளர்ச்சி வீதத்திலும் கூட தோன்றுகிறது. இசினியாவினுடைய பின்பகுதி மறுவளர்ச்சியில் மறுவளர்ச்சிவீதம் குறுக்காக வெட்டும் தளம் மிகவும் பின்பாகத்தில் இருந்தால் குறைகிறது (Moment, 1953). பிளனேரியன்களில் (planarians) தலை மறுவளர்ச்சியுறுவதற்குத் தேவைப்படுகின்ற காலம் முன்முனை-பின்முனை நோக்கியும் மையப்பகுதி பக்கப்பகுதியை நோக்கியும் அதிகரிக்கிறது. ஆகையால் அங்கே காலம் சரிந்த மறுவளர்ச்சிச் செயலெல்லை (time grded regeneration field) ஒவ்வொரு இனத்திற்கும் (species) தனிப் பண்பு அமைப்பைக்கொண்டிருக்கிறது (Brondsted, 1955).

இரண்டு பாகங்கள் முதன்முதலில் ஏற்ற இறக்கவாட்டச் செயலெல்லையில் வெவ்வேறு தளத்தில் அமைந்திருக்கின்றன. இவைகள் மாற்றிப்பொருத்துதல் (transplantation) முறைப்படி

இரண்டும் ஒன்றுக்கொன்று தொடும்படியாகக் கொண்டு வரப்பட முடியும். இந்த எடுத்துக்காட்டில் ஒரு பலம் பெற்ற திசுக்களின் உயிர்மப்பெருக்க வளர்ச்சி (proliferation) புற எல்லையில் நிகழ்கிறது (Okada, Sugino). ஏற்ற இறக்கவாட்டத்தில் அதிகமான அளவு தொடர்பின்மையிருந்தால் இந்த உயிர்மப்பெருக்க வளர்ச்சி மேலும் மேம்பட்ட நிலையில் இருக்கிறது. ஸ்கியூட்ஸ் ஹென்கோ (Schewtschenko, 1932) என்பவரால் ஓர் பரிசோதனையின் வாயிலாக இது அழகான முறையில் வெளிக்காட்டப்பட்டிருக்கிறது. அவர் இந்தச் செய்முறையில் பிளனேரியன்களின் தலைகளை விருந்தோம்பியின் மாறுபட்ட பகுதிகளில் மாற்றி ஒட்டினார். வால் பாகத்தில் மாற்றி ஒட்டப்பட்டிருந்தால் மிகவும் பலம் பொருந்திய தலைகள் வெளிவளர்ச்சி தோன்றுமாறு செய்கிறது. ஆனால், மாற்று ஒட்டுகள் (grafts) மிக முன்முனைப்பரப்பினுள் இருந்தால் செயல்விளைவு படிப்படியாகப் பலமிழந்துகொண்டேயிருக்கிறது. வால் பாகங்களின் மாற்றொட்டுகள் அதற்கு நேர் எதிரிடைச்செயல் விளைவை வைத்திருந்தது. அதாவது மிக முன்பரப்பில் பலம்பொருந்திய உயிர்மப்பொருள்களின் வளர்ச்சியும் அதிவால் பகுதியில் மிகவும் பலமிழந்த உயிர்மப்பொருள்களின் வளர்ச்சியுமாக இருக்கிறது (படம் 70).

ஓங்கு பரப்பு (dominat area) அதற்குக் கீழ்படிதலுள்ள செயலெல்லைப் பாகங்களில் ஏற்படுத்துகின்ற பல விளைவுகளில் ஒரு செயல்விளைவு அதனுடைய பண்புகளைத் தடைப்படுத்தும் ஆற்றல் உடையதாக இருக்கிறது. மில்லர் (Miller, 1938) பிளனேரியாவின் (planarian) தலைப்பாகத்தை மார்புப் பரப்பில் மாற்றி ஒட்டினார். பின் அவர் மாற்று ஒட்டுக்கு முன்னதாக ஓம்புயிரைக் (host) குறுக்காக வெட்டினார். அதன் பின் முன்பாகத்தில் தலை மறுவளர்ச்சி அடையவில்லை. ஏனென்றால் மாற்றொட்டு (graft) அது போன்ற மறுவளர்ச்சியை நசுக்கி விடுகிறது. மார்பகத்தில் மாற்றி ஒட்டப்பட்ட தலை சில சமயங்களில் முன்திசையை நோக்கி நகர்கிறது; ஏனென்றால் மாற்றொட்டியினுடைய வால் பக்கத்தில் வலிமை வாய்ந்த மேலான உயிர்மப்பொருள்களின் பெருக்கம் நிகழ்கின்றது. மேலும் மாற்றொட்டுக்கு முன்னால் உள்ள திசுக்கள் மீட்டு உறிஞ்சப்பட்டு (resorbed) விடுகின்றன. இந்த அசைவு அல்லது இடப்பெயர்ச்சி தலை முன்முனைக்குச் செல்லும் வரையில் நடைபெற்றுக்கொண்டிருக்கிறது.

ஓங்குவட்டத்தின் (dominant region) தடுத்து நிறுத்தும் செயல்விளைவு தடுத்து நிறுத்தும் பொருள்கள் தோற்றுவிக்கப்படுவதன் காரணமாகவே இருக்கக்கூடும் என்று அறுதியாக

உறுதிப்படுத்தப்பட்டுள்ளது. ரோஸ் ஸ்டீன்பெர்க் (Rose Steinberg) மேலும் அவரைச் சார்ந்தவர்களின் ஆராய்ச்சிகளிலிருந்து ஹைடிராய்டுகளில் (hydroids) ஹைடிராந்த்துகள் சில பொருள்களைத் தோற்றுவிக்கின்றன என்று கண்டுபிடித்தார்கள். இந்தப் பொருள்கள் உடற்குழியினுள் ஊடுபரவி ஏனைய ஹைடிராந்த்துகள் தோற்றாமல் தடுத்து விடுகின்றன. ஹைடிராந்த்தின் இந்தத் தடுக்கும் ஆற்றல்கள் மறுவளர்ச்சிச் செயல்வழிகள் நடைபெற்றுக் கொண்டிருக்கும் காலத்தில் பெறப்படுகிறது. இந்த ஆற்றல் மறுவளர்ச்சிக்காலம் முழுவதும் அதிகரித்துக்கொண்டே செல்கிறது என்று டார்டெண்ட் (Tardent, 1960) காட்டியுள்ளார். இதற்கு மாறாக மறுவளர்ச்சிகள் தடுக்கும் செயல்களால் சுலபமாய்ப் பாதிக்கப்படுவது மாறுபாடடையும்பொழுது குறைகிறது. ஆகவே, பழைய மறுவளர்ச்சிகள் புதிய மறுவளர்ச்சிகளைத் தடுக்கின்றன (Tradent, 1960). பிளனேரியன்களில் (planarians) பெருமூளை நரம்புச்செல் திரளின் (cerebral ganglion) மறுவளர்ச்சி நன்றாகக் கொதித்த துண்டு செய்யப்பட்ட தலைத்திசுக்களிலுள்ள பொருள்களினால் நசுக்குகிறது.

ஆகையால், முகட்டு இணைத்துருவாக்கும் கூறு இரண்டுவித ஆக்கத்திரிபுகளை வைத்திருக்கிறது. அது புதிய முகட்டுப் பாகங்கள் தோன்றுவண்ணம் தடைசெய்கிறது. மேலும் அது செயலெல்லைக்குள்ளிருக்கும் மற்றைய செல்களை அவைகள் செயலெல்லைக்குள் அமைந்திருக்கும் இடத்திற்கொப்பக் கீழ்ப்படிதலுள்ள உறுப்புகளைத் தோற்றுவிக்குமாறு செய்கிறது.

ஒரு திசு ஒரு புதிய முகட்டு வட்டத்தைத் தோற்றுவிக்க வேண்டுமானால் அங்கேயிருக்கின்ற முனையினுடைய ஆக்கத்திரிபுகளிலிருந்து அது வெளியேற்றப்படவேண்டியது அவசியமாக இருக்கிறது இது பின்னால் கூறப்பட்ட அதாவது ஏற்கெனவே உள்ள முனையை (apex) வெட்டியெடுப்பதால் சாத்தியமாகிறது; ஆனால், இயல்பான வளர்ச்சியில் வளர்ச்சியின் காரணமாக தோன்றுவதாயிருக்கிறது. ஓங்கு (dominant) முனையிலிருந்து (apex) வெளித்தோன்றுகின்ற செயலெல்லை ஒரு குறிப்பிட்ட எல்லை வரம்புடையதாக இருக்கிறது. மேலும் அதன் விளைவாகப் பின்தொடரும் நிகழ்ச்சியாக திசுக்களின் ஒரு பகுதி வளர்ச்சியுறுவதனால் ஆக்கத்திரிபுகளைத் தோற்றுவிக்கும் வட்டத்திலிருந்து நீக்கப்பட்டு விடலாம். இதை உடற்செயலியல் தனியாக்கம் (physiological Isolation) என்றழைக்கிறார்கள் (Child,1929). இந்தத் திசு பின் ஒரு புதிய முகட்டு வட்டத்தைக் கண்டிப்பாக உருவாக்கும். இந்தக் கருத்து ஹைடிராய்டு பாலிப்புகள் போன்ற கூட்டு வாழ்க்கையைத் தோற்றுவிக்கும் விலங்குகளில் புதுப்புது

மொட்டுகள் தோன்றுவதை விளக்கும் பொதுவிதியாக அமைகிறது. செயலெல்லேயின் விரிந்து கிடக்கும் தன்மை திசுக்களின் உடற்செயலியல் செயல் விளைவைச் சார்ந்தே இருக்கிறது என்பதை நாம் முன்னமேயே கண்டிருக்கிறோம். உணவு, வெப்பம் போன்ற சாதகமான சூழ்நிலேயில் தோன்றுகின்ற மொட்டுக்களிடையேயுள்ள தூரம் சாதகமற்ற சூழ்நிலேயில் தோன்றுகின்ற மொட்டுகளிடையேயுள்ள தூரத்தைவிட அதிகமாக இருக்கிறது. இது கூட்டுவாழ்வின் முழுமையான தோற்றத்தை முற்றிலும் மாற்றிவிடுகிறது (Child, 1929). இது போன்றதொரு அனுமானக் கோட்பாடு பிளனேரியன்களிலும் காணப்படுகின்றது. இந்த விலங்குகள் குறுக்குப்பிளவு பாலிலி இனப் பெருக்கமுறையில் இனப்பெருக்கம் செய்கின்றன. இங்கே உயிரியின் இயல்பான தலேயிலிருந்து ஏதோ ஒரு தூரத்தில் வெட்டினுல் வால்பகுதி ஒரு புதிய தலேயைத் தோற்றுவிக்கிறது. சாதகமற்ற சந்தர்ப்பங்களில் பழைய தலேயின் உருவளவு குறைக்கப்படுகிறது. தலேயிலிருந்து தோன்றுகின்ற செயலெல்லே அதிக தூரம் வியாபித்திருப்பதில்லே. மேலும், பிளவுபடுதல் உடலின் மிகச் சிறிய பாகங்களிலேயே நடைபெறுகிறது என்று கருதப்படுகிறது.

சைல்டு (Child) என்பவர் பல பரிசோதனேகளின் வாயிலாக ஓங்கு முகட்டுப்பாகங்களேவிடப் பொருள்களின் செயல் விளேவுகளுக்கு மிகவும் கூருணர்வு உள்ளது என்றும் மேலும் அவைகளின் கூருணர்வு வால்த்திசையை நோக்கிக் குறைந்து கொண்டே செல்கிறது என்றும் செய்து காட்டியிருக்கிறுர். அவர் இதைத் திசுக்களின் உடற்செயலியல் செயல்கள் (வளர்சிதை மாற்றம்) வேறுபாடுகள் காரணமாக இருக்கலாம் என்று கருதுகிறுர். இந்த உடற்செயலியல் செயல்கள் முகட்டுப்பாகத்தில் மிகமிக அதிகமாகவும் இங்கிருந்து படிப்படியாக வால்பகுதியை நோக்கிக் குறைகிறது என்றும் கண்டார். இதுபோன்ற முடிவுகள் வளர்சிதை மாற்றத்தின் செறிவில் காணப்படும் வேறுபாடுகளினுலும் கிடைக்கப்பெற்றன. இந்தக் கருத்து ஏதோ ஒரு ரிடாக்ஸ் (redox) சாயங்களின் (dyes) (மெத்திலீன் நீலம்) (methylene blue) குறைந்த உயிர்க்காற்று அழுத்தத்தில் வண்ணத்தையிழக்கும் ஆற்றலின் திசை வேகத்தை அளந்தறிவதன்மூலம் அறியப்படுகிறது. உடற்செயலியல் செயல்களின் இந்த வேறுபாடுகளிலிருந்து 'ஓங்குதல்' 'இணேத்துருவாக்கல்' போன்ற முகட்டுப்பாகத்தின் ஆக்கத் திரிபுகளே விளக்கினுர். எப்படியிருப்பினும் இவ்வாறு செய்வதன்மூலம் அவர் காரணத்தையும் விளேவையும் குழப்பவில்லே என்பது சந்தேகத்திற்கு உரியதாக இருக்கிறது. சுருக்கமாக முகட்டு வட்டத்தின் புற அமைப்பு உருவாக்கும் ஓங்குதல் (morpho-

genetic dominance) தலையாய அனுமான அதிசய நிகழ்ச்சியாக இருக்கமுடியும். மேலும் திசுக்களுடைய உடற்செயலியல் செயலின் வேறுபாடுகள் முன்னதின் விளைவாக உண்டான செயலாகவே இருக்கலாம் என்று கருதினர். இதுவரை மேலே குறிப்பிட்ட இரண்டு கோட்பாடுகளில் (hypothesis) எது சரியானது என்று முடிவுகட்ட இயலவில்லை.

ஹைடிராய்டு பாலிப்புகளின் மறுவளர்ச்சியில் நடத்தப்பட்ட பரிசோதனைகளை அடிப்படையாகக்கொண்டு ஸ்பீகெல்மன் (Spiegel man, 1945) ஒரு புதிய தத்துவத்தை உருவாக்கியுள்ளார். இந்தத் தத்துவம் செல்தொகுப்பின் ஓங்குதல் அதனருகிலுள்ள செல்களில் அவைகளுக்குள் காணப்படும் உடற்செயலியல் போட்டியாகக் (physiological competition) குறையும்படி செய்கிறது. இந்தச் செல்களில் உணவுப்பொருள்களை உறிஞ்சுவதிலும் நச்சுத்தன்மையான கழிவுப்பொருள்களை வெளியேற்றுவதிலும் போட்டி காணப்படுகிறது. இந்தச் செயலெல்லையிலுள்ள பல அற்புதக் காட்சிகள் இந்த வழியில் விளக்கப்படுவது சாத்தியமாகிறது. எப்படியிருந்தபோதிலும் ஈயுபிளனேரியா லுகுபிரிஸில் (euplanaria lugubris) குறுக்கு வெட்டுகளில் முன்முனை வால்பகுதி ஆகிய இரண்டின் திரும்ப உண்டுபண்ணும் கூறுகள் ஒன்றுக்கொன்று தோற்றுவிக்கும் இயக்க விளைவுகளில் ராவென், மிக்ஹோர்ஸ்டு (Raven, Mighorst, 1948) என்பவர்கள் நடத்திய ஆராய்ச்சிகள் உடற்செயலியல் போட்டி (physiological competition) என்ற தத்துவத்தின் அடிப்படையில் எதிர்பார்க்கப்படும் உண்மைகளாக இருக்கவில்லை என்று கூறியுள்ளார்கள்.

பிரான்ட்ஸ்டெட் (Brondsted, 1955) என்பவர் இந்த அற்புதக் காட்சிகளை விளக்குவதற்கு வேறொரு தத்துவத்தைக்கொண்டு வந்தார். இந்தத் தத்துவம் காலச்சரிவு மறுவளர்ச்சிச் செயலெல்லை (time-graded regeneration, field) என்ற எண்ணத்தின் அடிப்படையில் தோன்றுகிறது. இது போன்றதொரு செயலெல்லையில் ஒவ்வொரு வெட்டும் ஒரு பரப்பைக் கண்டிப்பாக வெளித்தோன்றச்செய்கிறது. இவ்வாறு வெளித்தோன்றிய சில இடங்கள் மிக அதிகமான மறுவளர்ச்சி வீதத்தைக் கொண்டிருக்கிறது. இங்கே தலையின் மறுவளர்ச்சி தோன்றுகிறது. அதே நேரத்தில் இது பக்கத்திலுள்ள பாகங்களின்மேல் அதனுடைய திறமைகளை உபயோகப்படுத்தி அவைகளை தலைகளை உண்டுபண்ணுவதிலிருந்து தடுக்கின்றன. ரோஸ் (Rose, 1957) என்பவர் இதுபோன்றதொரு தனித்தன்மைத் தடுப்புக்கோட்பாட்டை மேலும் உருவாக்கியுள்ளார். இவர் இந்தக் கோட்பாட்டை வேறுபாட்டை

தலுக்குப் பொதுவாகக் கையாண்டிருக்கிருர். இந்தக் கோட் பாட்டிற்கிணங்க வேறுபாடடைந்துகொண்டிருக்கும் பகுதி களின் விளைபொருளாக சில மாதிரிகள் தோன்றுகின்றன. இந்த மாதிரிகள் மற்றைய பரப்புகளின்மேல் செயல்பட்டு அங்கே மாறுபாடடைதல் போன்றவைகளை நசுக்குகின்றன. ஓங்கு தலுக்கு உட்படுத்தப்பட்ட பரப்புகள் அவைகள் தனித்திருந்தால் எதைச் செய்திருக்குமோ அதிலிருந்து தடுக்கப்பட்டு வளர்ச்சி குன்றி குறைவான வேறுபாடடைதலையுடையதாக இருக்கின்றன. இவைகள் இவைகளின் முறையில் மற்றைய செல்களின் வேறு பாடடைதல் போன்றவைகளை நசுக்குகின்றன. இப்படியே மேலும்மேலும் நடைபெறலாம். இதுபோன்றதொரு தொடர்ச்சி யான குறிப்பிட்ட தடுப்புகளினுல் முதல்முதல் சம ஆற்றல் (equipotential) கொண்ட எல்லாச் செல்களிலும் வேறுபாடுகள் தோன்றலாம்.

இதுவரை குறிப்பிட்ட எல்லா எடுத்துக்காட்டுகளும் உடலைக் குறுக்காக வெட்டுவதால் தட்டி எழுப்பப்பட்ட மொத்த மறு வளர்ச்சி (total regeneration) அல்லது முழுமையான மறுவளர்ச்சி என்றழைக்கப்படுகிறது. எப்படியாயினும் உடலினுடைய துணைப் பாகங்களை நீக்கியபின்னுல் தோன்றும் மறுவளர்ச்சி இயற்செய லியல் நடத்தப்பட்ட ஆராய்ச்சிகள் இணைத்துருவாக்கும் செய லெல்லைகள் (organisation field) எவ்வெவ்முறைகளில் செயல் படுகின்றன என்பதை மேலும் கூர்ந்து ஆழ்ந்து ஆராய்வதற்கு ஏதுவாக இருக்கிறது. விநோதமான முடிவுகள் தவளைகளின் கை, கால்கள், வால்கள் போன்றவற்றின் மறுவளர்ச்சியில் நடை பெற்ற பரிசோதனைகளிலிருந்து கிடைத்திருக்கின்றன.

லார்வாவினுடைய அல்லது முழுவளர்ச்சி அடைந்த நியூட் டின்(newt) கை கால் அல்லது வால் வெட்டப்பட்டால் ஏறத் தாழ சிரத்தையற்ற செல்களைக்கொண்ட மறுவளர்ச்சி மொட்டு (regeneration bud) புண்பகுதியில் உருவாக்கப்படுகிறது. இந்த ஆக்கப்பொருள்களின் தோற்றமும் மறுவளர்ச்சிக் கருமூலப் பொருள்கள் தோன்றுவதில் செயல்படும் செய்முறைகளும் பற்றி அண்மைக்காலத்தில் பல ஆராய்ச்சிகள் நடத்தப்பட்டி ருக்கின்றன. கைகால்கள் வெட்டியெடுக்கப்பட்டதின் உடனி கழ்வாகக் குறிப்பிடத்தக்க மாறுபாடடைதல் நீக்கம் (de-differentiation) புண் பக்கத்திலுள்ள துண்டிக்கப்பட்ட உறுப்படியின் திசுக்களில் நிகழ்கிறது என்று காட்டப்பட்டிருக்கிறது. உட் சட்டகத்திலும் தசைகளிலும் பூர்தியாகாத சிதைவு தோன்று கிறது. இதந்ச் செயல்முறை மிக அதிகமான ஏறத்தாழ புறத்

தோற்றத்தில் சிரத்தையற்ற சுதந்தரமான செல்களைக் கொடுக் கின்றன. இதையடுத்து வருகின்ற சில நாள்களில் ஓர் மறு வளர்ச்சிக் கருமூலப்பொருள்கள் (blastema) வெட்டுண்ட இடத்தில் தோன்றுகின்றன.

மறுவளர்ச்சி கருமூலப்பொருள்களின் செல்கள் பிளனேரியன் உடலின் ஏதோ ஒரு இடத்தில் ஒரு நிலைப்பண்புகளைக்கொண்டு சேமித்து வைக்கப்பட்டிருக்கின்ற செல்கள் புண்ணை நோக்கிப் புலம்பெயர்ந்து செல்கிறது என்ற கருத்தை நடைமுறையில் இருக்கும் கருத்து ஏற்றுக்கொள்ளவில்லை. இதற்கு மாருக அவைகள் எங்கும் பரவலாக நடைபெருமல் குறிப்பிட்ட இடங் களில் புண்ணுகியுள்ள திசுக்களில் நடைபெறுகின்ற மாறுபாட டைதல் நீக்கம் (de-differentiation) என்ற முறையில் தோன்று கின்றன என்று கருதப்படுகிறது. கையின் தூரப்பகுதிப்பாகம் (distal part) வேருெரு தனி விலங்கிலிருந்து கை மாற்றொட்டிஞல் திரும்பவும் முன்னிடத்தில் வைக்கப்படுகிறது. இதனுடைய செல்களை ஓம்புயிரின் (host) செல்களிலிருந்து அவற்றின் வண்ணம் அல்லது ஒரு மையக்குரோமோசோம் எண்ணிக்கை ஆகியவற் றிஞல் வேறுபடுத்திக் காணமுடியும். அதன்பின் மாற்றொட்டு கிட்டத்தட்ட முழுமையாக வெட்டி நீக்கப்படுகிறது. ஆஞல், வெட்டுத்தளம் மாற்றி ஒட்டப்பட்ட திசுக்களின் வழியாக மட்டும் செல்லும்படி வெட்டப்படுகிறது. இந்த வகையில் திரும்ப உண்டுபண்ணும் கூறுவின் செல்கள் (regenerate) மாற்றி ஒட்டப்பட்ட திசுவின் ஒவ்வொரு பண்புகளையும் வைத்திருக்கிறது. இருந்தபோதிலும் ஓம்புயிரின் இயல்பான திசு புண்ணிலிருந்து சிறிது தூரத்தில் இருக்கிறது. இந்த இடத்தில் வளர ஆரம் பித்திருக்கும் மறுவளர்ச்சி திரும்ப உண்டுபண்ணும் கூறுவின் செல்கள் மாற்றி ஒட்டப்பட்ட திசுவின் பண்புகளையே கொண் டிருக்கின்றன. இதற்கு மேலும் கருமூலப்பொருள்களின் (blastema) தோற்றம் புண்ணின் அண்மையில் அமைந்திருக்கும் செல் களின் பிளவு எண்ணிக்கை குறிப்பிடத்தக்க அளவு அதிகப்படு வதற்கு முன்பே தோன்றுகிறது என்பது நிரூபிக்கப்பட்டிருக் கிறது. ஆகையால் அது அங்கேயுள்ள செல்களின் உயிர்மப் பெருக்கத்திஞல் (multiplication) உருவாக்கப்படவில்லை என்பது தெளிவுபடுத்தப்படுகிறது. மறுவளர்ச்சி மூலத்தின் செல்கள் உட்சட்டகம், தசைகள் ஆகிய இவைகளின் மாறுபாடடைதல் நீக்கத்திஞல் தோன்றுகிறதா அல்லது இணைப்புத்திசுக்களிலிருந்து தோன்றுகிறதா என்பது இன்னும் முடிவு கட்டப்படவில்லை.

நீர், நில வாழ்விகளில் நடத்தப்பட்ட அண்மைக்காலப் பரிசோதனைகள் மறுவளர்ச்சிச் செல்கள் ஓரளவு புலம் பெயர்ந்து

செல்கின்றன என்பதை வெளிப்படுத்துகின்றன. கீழ்நிலை விலங்குகளில் காணப்படுவதைப்போல X கதிர் இயக்க ஏற்றம் நீர், நில வாழ்விகளின் கை கால்கள் மறுவளர்ச்சியை முற்றிலும் தடை செய்கிறது என்று கண்டுபிடிக்கப்பட்டிருக்கிறது. கை கால்களின் சேய்மைப் பகுதி கதிர்ஏற்றம் கொள்ளும்படி செய்து அதன்பின் X கதிர் இயக்கம் பெற்றபகுதி கதிர் இயக்கம் பெறாத பகுதியிலிருந்து 1 முதல் 5 செ.மீ. தூரம் இருக்குமாறு வெட்டப்பட்டது. இவ்வாறு வெட்டுண்ட இடத்தில் காலம் கழித்து மறுவளர்ச்சி மூலக்கூறு தோன்றலாம். இதிலிருந்து கதிர் இயக்கம் பெறாத பகுதியிலுள்ள வலிமையான செல்கள் புலம்பெயர்ந்து செல்வதால் வெட்டுண்ட அடிமூலத்தில் மறுவளர்ச்சி மொட்டு தோன்றலாம் என்று கருதப்படுகிறது. மறுவளர்ச்சிச் செல்கள் இணைப்புத்திசுவிலுள்ள ஃபைப்ரோபிளாஸ்டு செல்களால் (fibroblasts) கொடுக்கப்பட்டிருக்கலாம் என்று கருதப்படுகிறது (Wolf, 1961).

இன்னும் சொல்ல வேண்டுமானால் பழைய திசுக்களின் மாறுபாடடைதல் நீக்கத்தினால் (de-differentiation) மறுவளர்ச்சி கருமூலப்பொருள்களுக்குத் தேவைப்படுகின்ற செல்களைக்கொடுக்கின்றன. ஆனால், இதற்கு மேலும் கருமூலப்பொருள்கள் ஒரு முறை உருவாக்கப்பட்டுவிட்டால் மாறுபாடடைதல் நீக்கச்செய்முறைகளை ஒரு முடிவுக்குக்கொண்டு வருகின்றன. கைகள் X கதிர்களினால் கதிரியக்க ஏற்றம் பெற்றவைகளிலிருந்து தோன்றும் மறுவளர்ச்சியில் பட்லர் (Butler) என்பவரால் நடாத்தப்பட்ட பரிசோதனைகளிலிருந்து மேற்கண்ட முடிவு கிடைத்திருக்கிறது. வலிமையான கதிரியக்க ஏற்றத்திற்குப்பிறகு மறுவளர்ச்சி ஆற்றல் முழுமையாக மறைந்து விடுகின்றது. கையை வெட்டியெடுத்துவிட்டால் துண்டித்த பகுதியில் நன்கு புலப்படத்தக்க மாறுபாடடைதல் நீக்கம் தோன்றுகிறது. ஆனால், மறுவளர்ச்சி கருமூலப்பொருள்கள் உருவாகவில்லை (blastema). மேலும் மாறுபாடடைதல் நீக்கம் துண்டித்த பகுதியில் (stump) முழுவதும் மீண்டும் உறிஞ்சப்படும் வரையில் தொடர்ந்து செல்கிறது. முன்னமேயே கைகளின் நரம்புகளைக் குறுக்கு வெட்டுகளினால் நரம்பிழக்கச் செய்யப்பட்ட கையை வெட்டியெடுத்தால் மேலே குறிப்பிட்ட அதேசெயல் இங்கேயும் நடைபெறுகிறது (Butler & Schotte, 1941). வெளிப்படையாகக் கருமூலப்பொருள்கள் உருவாவதற்கு நரம்புகள் அமைந்திருத்தல் தவிர்க்க முடியாததாக இருக்கிறது சிங்கர் (Singer, 1942-49). உணர்ச்சி நரம்புகளும் (sensory nerves) செயல்படுத்தும் நரம்புகளும் (motor neryes) இங்கே மிக முக்கியமான பங்கு கொள்ளுகின்றன. ஒவ்வொரு புண்ணினுடைய ஒவ்வொரு பகுதிப்பரப்பிலும் ஏதோ ஒரு குறைந்த அளவு நரம்பு நார்கள் இயல்பான

மறுவளர்ச்சியின் முன்னேற்றத்திற்குத் தேவைப்படுகிறது. மறு வளர்ச்சியில் இளநிலையின்பொழுது நரம்பு நார்களின் திரும்ப உண்டுபண்ணும் கூறுவின் புற அடுக்கினுள் கணிசமான அளவு உட்செல்கிறது. புண்ணின் புறப்பரப்பில் நன்முக ஊடுருவப் பட்ட புறப்படைச் செல்களினுல் உருவாக்கப்பட்ட புறப்படைக் குல்லா (epidermal cap) தோன்றுகிறது. கருமூலப்பொருள் செல்கள் புறப்படைக் குல்லாவிற்கு அடியில் குவிகின்றன அல்லது திரள்கின்றன. நரம்பு இல்லாதிருந்தால் புறப்படைக் குல்லா தோன்றுவதில்லை. மேலும் கரு மூலப்பொருள் செல்கள் குவிவ தில்லை (Thornton, 1956). பட்லர், சோட்டீ (Butler Schotte, 1949) ஆகிய இருவரும் மறுவளர்ச்சியின் முதல்படி நிலைகளுக்கு நரம்பு நார்கள் இருப்பது அவசியமாக இருக்கிறது என்று கூறியிருக் கிருர்கள். இக் காலங்களில் கருமூலப்பொருள்கள் தோன்று கின்றன; மேலும் நிர்ணயிக்கப்படுகிறது. ஆனுல், திரும்ப உண்டு பண்ணும் கூறுவின் செய்முறைகளான உருவத்தோற்றம், மாறு பாடடைதல் வளர்ச்சி (morphogenesis differentiation growth) ஆகிய செயல்கள் நரம்பு மண்டலத்திலிருந்து தனிப்பட்ட சுதந் தரச் செயல்களாக இருக்கின்றன.

வால் மறுவளர்ச்சியில் இதுபோன்ற நரம்பு மண்டலத்தின் ஆக்கத்திரிபுகள் ஒரு குறுகிய பங்கைக்கொள்வதுபோல் தோன்று கின்றன. பல்லிகள், நியூட்கள் ஆகிய இரண்டிலும் வெட்டியெடுக் கப்பட்ட வாலின் மறுவளர்ச்சி வெட்டுண்ட இடத்தில் தண்டு வடம் இருந்தால் மட்டுமே தோன்றுகின்றது.

மாறுபாடடைதல் நீக்கத்தினுல் (de-differentiation) மறு வளர்ச்சிக் கருமூலப் பொருள்கள் தோன்றுவதற்குத் தேவைப் படுகின்ற ஆக்கப்பொருள்களைக் கொடுக்கின்றது. இது இந்தக் கருமூலப் பொருள்களின் தோற்றத்தினுல் தடைசெய்யப்படு கிறது. ஆனுல், புண்ணின் மேல்தோல் வளர வேண்டிய காலத் திற்கு முன்பே வளர்வதாலும் தடைசெய்யப்படலாம். ஊரோ டீலுக்கும் அனுரன்களுக்கும் இடையில் காணப்படும் மறுவளர்ச்சி ஆற்றல் வேறுபாட்டிற்கு மேலே குறிப்பிட்டதே விளக்கமாக இருக்கலாம். ஊரோடீல்களில் வெட்டப்பட்ட ஒரு கை முழுமை யாக மறுவளர்ச்சியுறுகிறது. இந்த முழுமையான மறுவளர்ச்சி அதனுடைய லார்வாவிலும் (larva) முதிர்ந்தவற்றிலும் காணப் படுகிறது. இருந்தபோதிலும் பெரும்பாலான வாலில்லாத் தவளை களில் (anurans) மறுவளர்ச்சியுறும் ஆற்றல் வளர் உருமாற்றம் (metamorphosis) நடைபெற்றுக்கொண்டிருக்கும்பொழுது நிரந்தர மாக இழந்து விடுகிறது. முழுவளர்ச்சியுற்ற வாலில்லாத் தவளை களில் இப்பொழுது துண்டிக்கப்பட்ட புண்ணின்முடி தோல்

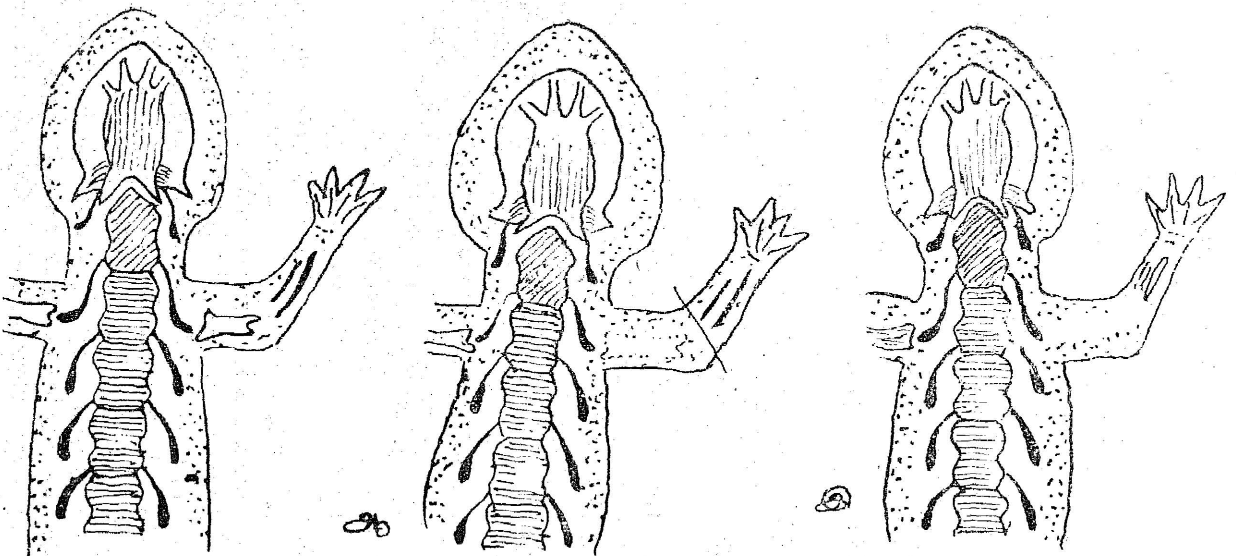
மேல் வளர்ச்சியுறுவதால் வெகுவிரைவில் தோன்றுகிறது. மேலும் புண்ணானது பரபரப்பான இணைப்புத் திசு நார்களைக் கொண்ட தழும்புத்திசுவினால் (scartissue) மூடப்படுகிறது. இதன்பின் மறுவளர்ச்சிக் கருமூலப்பொருள்கள் தோன்றுவதில்லை. இது மிகப்பெரிய நடைமுறை முக்கியத்துவம் வாய்ந்ததாக இருக்கிறது. அதாவது மாறுபாடடைதல் நீக்கம் (de-differentiation) இயல்இபக்கமுடையவைகளாலும் வேதியியல் புறத் தூண்டலாலும் வெற்றிகரமாகக் கிளரப்படுகிறது. (Polezajev, 1939-41; Rose, 1942-45; Polezajev, 1945-46). முதிர்ந்த அனுரன் களில் ஏதோ ஓர் அளவு மறுவளர்ச்சி இந்த வழிகளில் தோற்று விக்கப்படுகிறது. இந்த எடுத்துக்காட்டில் நரம்புகள் அமைந் திருத்தல் ஓர் அவசியமான முற்படு தேவையாயிருக்கிறது. வளர் உருமாற்றமேல் நிலையிலுள்ள தவளைகளில் நடத்தப்பட்ட பரி சோதனைகளில் பின்கைகளின் நரம்புகளைத் திசைதிருப்பி வளைத்து முன்கை துண்டிக்கப்பட்ட உயிரியினுள் செல்லுமாறு செய்தால் முன்கைகளின் மறுவளர்ச்சியைத் தூண்டுவது நடக்கக் கூடியதாக இருக்கிறது (Singer 1954). முதிர்ந்த அனுரன்களின் மறுவளர்ச்சி ஆற்றல் இல்லாதிருப்பது கைத்திசுக்களுக்குச் செல்லும் நரம்புகளின் மாற்றங்களினால் நிகழக்கூடியதாக இருக்க லாம் என்று கருதப்படுகிறது. மேலும் இந்த இழப்பு இந்தத் திசுக்களின் நரம்பு இயக்க விளைவுகளுக்குக் குன்றிய இயக்க விளைவுகளைத்தோற்றுவிக்கும் காரணத்தினாலும் இருக்கலாம் என்று கருதப்படுகிறது.

மனிதனும் பாலூட்டிகளும் தன்னியல்பான மறுவளர்ச்சி யைத் தோற்றுவிக்கும் திறமையைப்பெற்றிருக்கவில்லை. ஆனால் இந்த ஆராய்ச்சிகள் உடலின் இழந்த பாகங்களை எந்தெந்த வழிமுறைகளில் புறத்தூண்டியியக்கமுறச் செய்யலாம் என்பதை வெளிக்காட்டுகின்றன. இந்த புறத்தூண்டல்கள் இந்தத் தொகுப்புகளில் நடைமுறையில் குறிப்பிட்ட ஆட்சிக்குட்பட்டு நேரிடக்கூடியது என்பதையும் காட்டுகின்றது.

நாம் இப்பொழுது இந்த மறுவளர்ச்சி மொட்டுகளின் பின் வளர்ச்சியின் சில விளக்கங்களை விவாதிப்போம். இங்கே இழந்த எல்லாப் பாகங்களும் திரும்ப உண்டுபண்ணும் கூறு வினால் மீண்டும் தோன்றும்படி செய்யப்படுகிறது. இதற்கு ஒப்பனையாக இதற்கு முன்னால் முன்விளிம்பில் முழுமையான மறுவளர்ச்சி எடுத்துக்காட்டில் கண்டதைப் போலிருக்கிறது. திரும்ப உண்டுபண்ணும் கூறுவில் நடைபெறும் மாறுபாடடைதல் துண்டித்த உயிரியில் தங்கியிருக்கும் உறுப்புகளுக்கு ஏற்றுத்

போல் தன்னை முழுமையாகத் தக அமைத்துக்கொள்கிறது. இதற்கு மேலும் திரும்ப உண்டுபண்ணும் கூறு துண்டித்த உயிரியின்மேல் ஏற்படுத்தும் இயக்க விளைவுகளை விளக்க ஒரு எடுத்துக்காட்டும் காணப்படவில்லை. ஆனால், இது முழு மறு வளர்ச்சியின் ஒரு தனிச் சிறப்புப்பண்பாக இருக்கிறது. இங்கே குறிப்பிட்ட எடுத்துக்காட்டில் மறுவளர்ச்சி மார்ஃபல்லாக்சினால் தொடரப்படவில்லை. இருந்தபோதிலும் முழு மறுவளர்ச்சியில் முதன்மையாக திரும்ப உண்டுபண்ணும் கூறு துண்டிக்கப்பட்ட துண்டின்மேல் செலுத்தும் இயக்க விளைவுகளை ஆராய்வதில் கவனம் செலுத்தப்பட்டது. இதற்கு மாறாக நாம் இப்பொழுது துண்டித்த உயிரி திரும்ப உண்டுபண்ணும் கூற்றின்மேல் செலுத்தும் இயக்கவிளைவுகளை ஆராயவேண்டும்.

எல்லாவற்றிற்கும் முதலாவதாக திரும்ப உண்டுபண்ணும் கூறுவின் மாறுபாடடைதல் துண்டிக்கப்பட்ட உறுப்பின் துண்டித்த பகுதியினால் ஆளப்படுகிறது. ஆனால், முழு உடலி லிருந்து தோன்றுகின்ற இயக்க விளைவுகளினால் அல்ல என்று தோன்றுகிறது. முன் கைகள் பின் கைகளுள்ள இடங்களில் மாற்றி ஒட்டப்பட்டன. மேலும் சிறிது காலம் கழித்துத் துண்டிக் கப்பட்டன. இதுபோன்ற எடுத்துக்காட்டுகளில் முன் கை துண்டிக்கப்பட்ட பகுதியில் மறுவளர்ச்சியுற்றது. ஆனால், இந்தக் கை மாற்றி ஒட்டப்படும்பொழுது (உதாரணமாக மேல் பாகம் கீழ் இருக்கு மாற்றி ஒட்டுதல்) திரும்ப உண்டுபண்ணும் கூறுவின் திசைவழி அமைப்பு துண்டிக்கப்பட்ட பகுதியின் அமைப்பை ஒத்திருந்தது; ஆனால், உடலினுடையதை ஒத்திருக்க வில்லை (Weiss, 1924). நாம் இதற்கு முன்பே ஒரு கையையோ வாலையோ துண்டித்த உறுப்படியில்லாமல் முழு கையாக வெட்டி யெடுத்து விட்டால் என்ன நடக்கும்என்பதனைக் கண்டிருக்கிறோம். அதாவது மறுவளர்ச்சி இந்த வகையில் நடைபெறவில்லை. இது குயினாட் (Guyenot, 1927) என்பவர் டெரிட்டோய்ரி-டி-ரிஜெனரேசன் (territoire-de-regeneration) என்ற கோட்பாட்டை உருவாக்குவதற்குத் துணைநின்றது. உடலின் ஒவ்வொரு பாகத்திற்கு ஏதோ ஒரு பாகம் குறிப்பிடலாம். இந்தக் குறிப்பிட்ட பாகத் திற்குள் இப் பாகத்தின் மறுவளர்ச்சி நிகழ்வுற முடியும். இந்தப் பகுதி முற்றிலும் வெட்டியெடுக்கப்பட்டுவிட்டால் மறுவளர்ச்சி தோன்றுவதில்லை. இந்தத் தொகுதிக்குள் கேள்விக்கிலக்கா யிருக்கும் பாகத்தின் தோற்றம் இடஞ்சார்ந்த புறத்தூண்ட லினால் தூண்டப்படும்படி செய்துவிடலாம். (உதாரணம் : வெளி வளர்ச்சியுறும் நரம்பு அல்லது மறுவளர்ச்சியுறும் நரம்பு). இரு வாழ்விகளின் பின் காலின் ஒரு நரம்பை இஸ்கியாடிகஸ் நரம்பு



படம் 71.

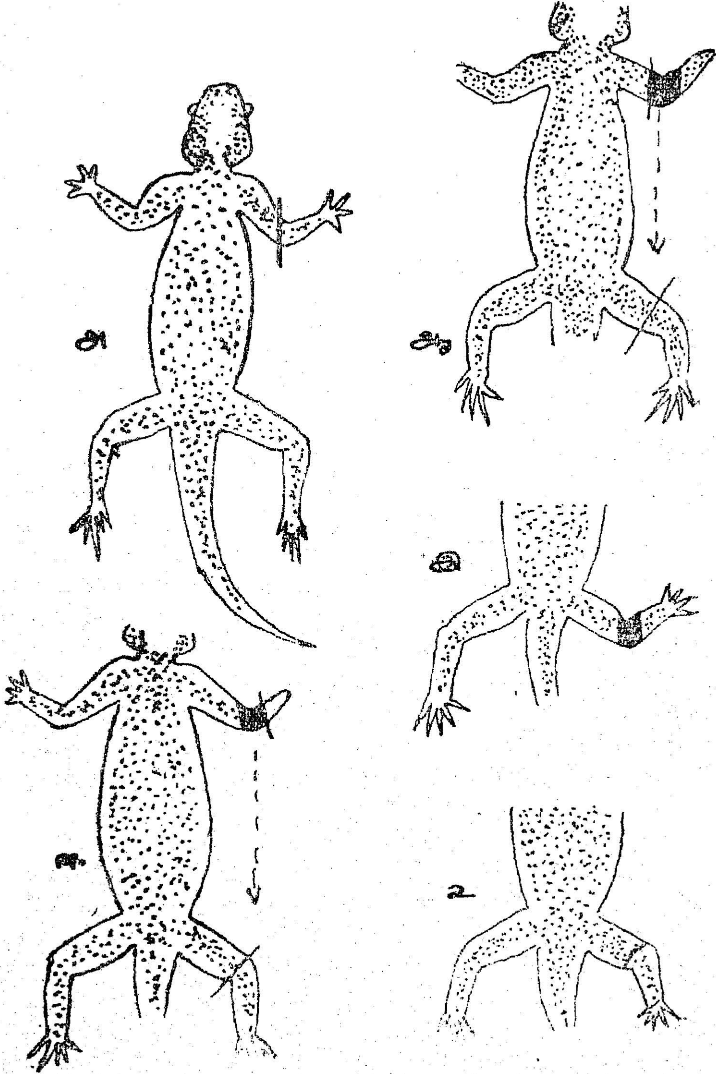
டிரைட்டான் முன் கையின் மறுவளர்ச்சி.

அ. இயல்பான முன் கை உட்சட்டகம், ஆ. மேற்கை எலும்பு நீக்கப்பட்டது, தொடர்ந்து, கீழ்க்கையும், உள்ளங்கையும் துண்டிக்கப் படுகின்றன, இ. மறுவளர்ச்சியுற்ற கீழ்க்கை, உள்ளங்கை, ஆகிய இரண்டின் உட்சட்டகங்கள் இயல்பாக இருக்கின்றன. வெட்டி நீக்கப்பட்ட மேற்கை எலும்பு வளர்ச்சியுறவில்லை,

(nervus ischiadicus) முன் கைகளின் பக்கத்தில் தோலுக்கடியிலிருக்குமாறு திருப்பப்பட்டால் அங்கே இயற்கையான எண்ணிக்கைக்கு மேற்பட்ட முன்கை ஒன்று தோன்றுகிறது. அந்த நரம்பு வால்ப் பகுதித் தோலுக்கடியில் இருக்குமாறு திருப்பப்பட்டால் அது ஒரு அதிகமான வாலை உருவாக்குவதற்குக் காரணமாக அமைகிறது (Guyenot, 1928).

திரும்ப உண்டுபண்ணும் கூறுவிலிருந்து வளர்ந்து கொண்டிருக்கும்உறுப்புகள் துண்டிக்கப்பட்ட உறுப்படியினுடன் நேரடித் தொடர்பு கொண்டிருக்கின்றன. இந் நிலையில் உறுப்புகள் பின்னதிலிருந்து சாதாரண வெளி வளர்ச்சிகளாகத் தோன்றுகின்றன என்ற அனுமானத்திற்கு ஈர்த்துச் செல்கிறது. வேறு முறையில் சொன்னால் புண்ணில் வெளித்தோன்றும்படி செய்த ஒவ்வொரு திசுவும் திரும்ப உண்டுபண்ணும் கூறுவாக வளர்ச்சியுறலாம். ஆகவே, காணமல் போன பாகங்களை மீட்டிருப்புச் செய்தல் உறுப்புகளின் கூட்டுமுயற்சியினால் இணைந்துருவாக்கும்படி செய்ய முடிவதாயிருக்கிறது. கீழேகாணும் பரிசோதனை இந்தக் கோட்பாடு உண்மையானதல்ல என்று காட்டுகிறது. வீஸ் (Weiss, 1925) ஒரு நியூட்டினுடைய (newt) முன் கையிலிருந்து ஹியூமரஸ் (hemerus) என்ற எலும்பை அடியோடு அகற்றினார். மேலும் சிறிது காலம் கழித்து இந்தக் கையை மேல் கைப் பகுதியில் துண்டித்தார் (amputated). ஆகவே, புண் பரப்பில் உட்சட்டகம் காணப்படவில்லை. இருந்தபோதிலும் இயல்பான முன்கையும் கைச்சட்டகமும் திரும்ப உண்டுபண்ணும் கூறுவில் தோன்றிற்று; அப்படியிருக்க மேற்கையில் அடியோடு வெட்டியெடுக்கப்பட்ட ஹியுமரஸ் மறுவளர்ச்சியுறவில்லை (படம் 71). ஆகையால் திரும்ப உண்டுபண்ணும் கூறுவின் உட்சட்டகம் புண் பகுதியிலிருந்து வெளிவளர்ச்சியுறும் உட்சட்டகத்திலிருந்து உண்மையாகவே தோன்றவில்லை. அது அந்த இடத்திலேயே மறுவளர்ச்சியுறும் ஆக்கப்பொருள்களிலிருந்து மாறுபாடடைந்திருக்கவேண்டும். வீஸ் (Weiss) இதுபோன்ற பரிசோதனைகளைத் தோலிலும் செய்திருக்கிறார். இதே கருத்து இதைவிட இன்னும் தெளிவாக யூமான்ஸ்கி (Umanski 1938) என்பவரால் நிகழ்த்தப்பட்ட பரிசோதனைகளிலிருந்து தெரியவருகிறது. அவர் கருமை நிற ஆக்சோலாட்டிலின் (axolotl) ஒரு கையை X கதிர்களால் கதிர்வீச்சு ஏற்றம் (irradiation) பெறும்படி செய்தார். அதன் காரணமாக அதனுடைய திசுக்களின் மறுவளர்ச்சி ஆற்றலை அழித்தார். இந்தக் கையின் தோலை அப்புறம் இயல்பான வெள்ளை ஆக்சோலாட்டில் விலங்கின் தோலை மாற்றி முன்னதின் மேல் அமைத்தார். அதன்பின் அந்தக் கை துண்டிக்கப்பட்டது.

மறுவளர்ச்சியும் நிகழ்ந்தது. திரும்ப உண்டுபண்ணும் கூறுவில் நிறமித்துகள்கள் இல்லாதிருப்பது அது மாற்றி ஒட்டப்பட்ட தோலிலிருந்து தோன்றியிருக்கவேண்டும் எனபதை வலியுறுத்து



படம் 72.

மறுவளர்ச்சியுறும் மொட்டை மாற்றிப்பொருத்தும் செப்முறைகள்.

அ. கோடிட்ட இடத்தில் முன்கை துண்டிக்கப்படுகிறது.

கிறது. அது அதனுடைய உயிர்மப் பொருள்களைப் பெருக்கும் ஆற்றலை இழந்துவிடவில்லை என்பதையும் காட்டுகிறது. இது போன்ற பரிசோதனைகள் டிராம்புஸ்க் (Trampusch, 1951) என்பவரால் செய்யப்பட்டிருக்கிறது. அவர் தோலுக்குப் பதிலாக வேறு எடுத்துக்காட்டுகளில் உட்சட்டகத்தையோ அல்லது தசைத் திசுவையோ கதிர்வீச்சு ஏற்றம் பெற்ற கையினுள் மாற்றி ஒட்டினர். இந்த எடுத்துக்காட்டுகளிலும்கூட மறுவளர்ச்சி தோன்றுவதுபோல் தோன்றிற்று. இங்கேயும் மீண்டும் மறுவளர்ச்சி ஆக்கப்பொருள்கள் எல்லாம் அல்லது ஏறத்தாழ மாற்றிப் பொருத்தப்பட்ட (implanted) வலிமையமான திசுக்களிலிருந்துதான் தோன்றியிருக்கவேண்டும் என்கிற அனுமானக் கோட்பாடு தவிர்க்க முடியாததாக இருக்கிறது என்று கூறினர்.

பின்வருகின்ற பரிசோதனைகள் மறுவளர்ச்சி மொட்டுகளில் நிர்ணயிக்கப்படுதலின் தரம் எந்த அளவிற்கு இருக்கிறது என்பதைப் பற்றிய சில செய்திகளைக் கொடுக்கின்றன. இளம் மொட்டுகள் அப்பொழுதுதான் கண்ணுக்குப் புலப்படுகின்ற அளவுக்கு அரைக்கோள வெளி வளர்ச்சிகளாகக் காணப்படுகின்றன. இந்த அரைக்கோள வெளிவளர்ச்சிகள் அதே வயதுடைய வேறொரு விலங்கின் பக்கப் (flank) பகுதியில் மாற்றிப் பொருத்தப்படுமேயானல் மீண்டும் உறிஞ்சப்படுகின்றன. வயதான மொட்டுகள் வளர்ந்து கொண்டே செல்கின்றன. இவ்வாறு வளர்ந்து கொண்டே செல்லும்பொழுது அவைகள் மாற்றிப்பொருத்தப்பட்டிராமல் இருக்குமேயானல் எந்தெந்த பாகங்களைத் தோற்றுவித்திருக்குமோ ஏறக்குறைய பெரிதும் ஒத்திருக்கிற அதே பாகங்களைத் தோற்றுவிக்கின்றன. ஒரு முன் கையினுடைய இளம் மறுவளர்ச்சி மொட்டை பின்கையின் துண்டித்த உறுப்படியினுள் மாற்றி ஒட்டினல் அது பின்கையின் திரும்ப உண்டுபண்ணும் கூறாக வளர்ச்சியுறுகிறது (Milojevic, 1924) (படம் 72 ஈ, உ). ஓர் இளம் வால் மறுவளர்ச்சி மொட்டு,

---

ஆ. மறுவளர்ச்சியுறும் மொட்டு, கறுப்புப்பட்டைவிட்ட இடத்திற்குப் பின்னல் கோடிட்ட இடத்தில் வெட்டப்படுகிறது. அதாவது கறுப்புப்பட்டையும் மறுவளர்ச்சி மொட்டும் சேர்ந்து வெட்டப்படுகிறது.

இ. கருப்புப்பட்டையையும் உள்ளடக்கி வெட்டியெடுக்கப்பட்ட மறுவளர்ச்சி மொட்டு பின் கால் பகுதியில் மாற்றிப் பொருத்தப்படுகிறது. இவ்வாறு பொருத்தப்பட்டதிலிருந்து முன்கையே தோன்றுகின்றது.

ஈ. மறுவளர்ச்சியுறும் மொட்டு கறுப்புப்பட்டைக்கு முன்பு கோடிட்ட இடத்தில் வெட்டப்படுகிறது.

உ. கருப்புப்பட்டைக்கு முன்னல் வெட்டியெடுக்கப்பட்ட மறுவளர்ச்சி மொட்டு பின் காலில் மாற்றிப் பொருத்தப்படுகிறது. இவ்வாறு பொருத்தப்பட்டதிலிருந்து பின் கால் தோன்றுகிறது.

முன்கையின் அண்மையில் மாற்றி ஒட்டப்பட்டால் ஒரு முன் கையைத் தோற்றுவிக்கிறது. ஆனால், முதிர்ந்த மறு வளர்ச்சி வால் மொட்டை முன் கையின் அண்மையில் மாற்றி ஒட்டினால் அது ஒரு வாலாகவே வளர்ச்சியுறுகிறது (Weiss 1927). இதற்கு நேர்மாறாக ஓர் இளம் கை மறுவளர்ச்சி மொட்டு வாலின் அடிப்பாகத்தில் மாற்றிப் பொருத்தப்பட்டால் ஒரு வாலையே உருவாக்குகிறது (Guyenot, 1927). இந்தப் பரிசோதனைகள் இளம்வளர்ச்சி மொட்டுகள் இன்னும் ஏறத்தாழ சிரத்தை யற்றனவாக இருக்கின்றன என்பதையே காட்டுகின்றன. மேலும் அவைகள் இன்னும் ஒரு குறிப்பிட்ட அறுதியான வளர்ச்சிமுறை வழியில் செல்லுமாறு நிர்ணயிக்கப்படவில்லை என்பதையும் தெளிவுபடுத்துகின்றன. மாற்றிப்பொருத்தப்பட்டபின் (trans-plantation) அவைகள் புதிதான சூழ்நிலைக்குத் தகுந்தாற்போல் வளர்ச்சியுறுகின்றன. மேலும் அவைகள் புதிய சூழ்நிலையின் இயக்க விளைவுகளுக்கு உட்பட்டு வளர்ச்சியுறுகின்றன என்பதும் வெளிப்படையாகத் தெரிகிறது.

வயதான மறுவளர்ச்சி மொட்டுகளின் வளர்ச்சித்திசை ஒரு குறிப்பிட்ட திசையில் செல்லுமாறு முன்னமேயே நிர்ணயிக்கப் பட்டுவிடுகிறது. அவைகள் மாற்றிப்பொருத்தப்பட்டபின் அவைகள் அவைகளின் இயல்பான இடங்களிலிருந்து இடமாற்றம் பெறுமலிருந்தால் எந்தெந்த ஆக்கப்பொருள்களைத் தோற்றுவித் திருக்குமோ அதே பொருள்களையே இந்நிலையிலும்கூட தோற்று விக்கின்றன. எந்தத் தருணத்தில் நிர்ணயித்தல் நடைபெறு கிறதோ அதே தருணத்தில் மொட்டுகள் அவைகளுடைய சிரத்தை யற்ற பண்பை இழந்து விடுகின்றன. இந்தச் செயல் வெவ்வேறு நிலைமைகளுக்கிணங்க மாறுபடுகிறது. சராசரியாக கை மொட்டு களின் இந்தச் சிரத்தையற்ற படிநிலை கிட்டத்தட்ட இரண்டு வாரங்கள் வரை நீடிக்கிறது.

அண்மைக் காலத்தில் சில ருஷ்ய ஆசிரியர்கள் இந்தப் பரிசோதனைகளுக்கும் அவைகளின் விளக்கங்களுக்கும் எதிர்ப்புத் தெரிவித்திருக்கிறார்கள் (உ-ம் Polezajev; Liosner). பல வகையான இந்தப் பரிசோதனைகளில் மாற்றி ஒட்டப்பட்ட திசு வளர்ந்து கொண்டே போகவில்லை என்ற சாத்தியக் கூற்றிலிருந்து விடு விக்கப்படவில்லை. ஆனால், அவைகள் நசுக்கப்பட்டு மேலும் துண்டிக் கப்பட்ட உறுப்படியினுடைய மறுவளர்ச்சி மொட்டினால் திரும் பவும் முன்னிடத்தில் வைக்கப்படுகிறது. இது ஏன் திரும்ப உண்டுபண்ணும் கூறுவின் குணங்கள் துண்டிக்கப்பட்ட உறுப் படியின் குணங்களையே ஒத்து அமைந்திருக்கின்றன என்பதை விளக்கலாம். ஆனால், இங்கே ஒட்டு எந்த இடத்திலிருந்து

தோன்றிற்று என்பதற்கு முக்கியத்துவம் கொடுக்கப்படவில்லை. உண்மையில் இளம் மறுவளர்ச்சி மொட்டுகள் சிரத்தையற்றவைகளாக இருந்திருக்கவில்லை (indifferent). ஆனால், அவைகள் முன்னமேயே ஏதோ ஓர் அளவுக்குத் திடமற்ற நிர்ணயித்தலைக் கொண்டிருக்கின்றன. இந்தக் கோட்பாட்டை ஆதரிக்கும் வகையில் அவர்கள் பல பரிசோதனைகளை விளக்கியிருக்கிறார்கள். ஆனால், இந்தப் பரிசோதனைகளிலிருந்து கிடைத்த முடிவுகள் இதற்கு மேலே கூறப்பட்ட முடிவுகளை ஒத்திருக்கவில்லை. எடுத்துக் காட்டாக வாலின் இளம் மறுவளர்ச்சி மொட்டு கையின் துண்டிக்கப்பட்ட உறுப்படியினுள் மாற்றிப்பொருத்தப்பட்ட பின் ஒரு வால் போன்ற பிற்சேர்க்கையைத் (appendix) தோற்றுவிக்கிறது. எப்படியாயினும் இதுவரையில் அவைகளின் முடிவுகள் மிகவும் ஐயத்திற்கிடமில்லாததாக இருந்திருக்கவில்லை.

மறுவளர்ச்சியில் கருவளர்ச்சியில் இருப்பதைப்போல் நிர்ணயிக்கப்படுதல் படிப்படியாக நிகழ்வதுபோல் தோன்றுகிறது. மூதன்முதலில் மறுவளர்ச்சி மொட்டு முழுமையும் ஒரு முன்கையையோ, பின்கையையோ தோற்றுவிக்கும்படி நிர்ணயிக்கப்படுகிறது. ஆனால், ஒவ்வொரு தனித்தனிச் செல்களின் தலைவிதி இன்னும் நிர்ணயிக்கப்படவில்லை. எஸ்ஹாகெல் (Schaxel, 1922) முன்னமேயே நிர்ணயிக்கப்பட்ட மறுவளர்ச்சி மொட்டின் ஒரு பாகம் மாற்றிப் பொருத்தப்பட்டபின் இன்னும் அது முரண்பாடில்லாத வழியில் உருவாக்கப்பட்ட கையைத் தோற்றுவிக்க முடிகிறது. ஒரு கை மறுவளர்ச்சி மொட்டு இரண்டாகப் பிளவுபடுத்தப்பட்டால் ஒவ்வொரு பாதியும் முழுமையான கையைத் தோற்றுவிக்கிறது (Swett, 1928). அதேநேரத்தில் முன்னமேயே நிர்ணயிக்கப்பட்டுவிட்ட இரண்டு மொட்டுகள் இப்பொழுதும் ஒன்றாக இணையும். அதிலிருந்து அவைகள் முரண்பாடில்லாத அமைப்புடைய ஒரே ஒரு கையைத் தோற்றுவிக்கின்றன.

இதிலிருந்து இன்னும் சிறிதுகாலம் கழித்து இதுபோன்ற பரிசோதனைகள் நடத்தப்பட்டால் அவைகள் வேறுபட்ட முடிவுகளையே கொண்டிருக்கின்றன. இப்பொழுது திரும்ப உண்டு பண்ணும் கூறுவின் பாகங்களின் வளர்ச்சிமுறை நிர்ணயிக்கப்பட்டுவிடுகிறபடியால் இந்த ஆக்கப்பொருள்களின் பாகங்களை அடியோடு வெட்டியெடுத்த பின்னும் அல்லது மொட்டை இரண்டாகப் பிளந்த பின்னும் அவைகளிலிருந்து தோன்றும் கைகள் குறைபாடுடையனவாய் இருக்கின்றன.

திரும்ப உண்டுபண்ணும் கூறுவின் வெவ்வேறு உறுப்புகளைத் தோற்றுவிக்கும் ஆற்றல் எப்படி நிர்ணயிக்கப்படுகிறது என்பது

தற்போதைய பிரச்சினை. இதற்கு முன்னால் விளக்கிய பரிசோதனைகளின் முடிவுகளை அடிப்படையாகக்கொண்டு பின்வரும் விளக்கத்தைக் கூறமுடியும். திரும்ப உண்டுபண்ணும் கூறுவின் ஒவ்வொரு திசுவின் தீர்மானம் துண்டிக்கப்பட்ட உறுப்படியில் காணப்படும் அதே வகைத்தான திசுக்களின் செல்களால் ஆளப்பட்டு அதன் வழியாக நிர்ணயிக்கப்படுகிறது என்பது நம்பக்கூடியதாக இல்லை. திரும்ப உண்டுபண்ணும் கூறுவின் உட்பிரிவுகள் ஒவ்வொன்றும் அதனுடைய ஒவ்வொரு உறுப்பாக மாற்றப்படும் செய்முறைகள் கருவளர்ச்சியில் காணப்படும் உறுப்புச் செயலெல்லையின் தன்னியக்கமுடைமையை (autonomisation of the organ-fields) முற்றிலும் ஒத்ததாக இருக்கிறது. மறுவளர்ச்சி ஆக்கப்பொருள்களினுடைய ஒவ்வொரு பாகமும் மண்டலத்தில் அதனுடைய அமைப்பிற்கேற்றாற்போல் ஏதோ ஓர் அளவுக்கு நிர்ணயிக்கப்படுதல் என்ற முத்திரையைப் பெற்றிருப்பதுபோல் தோன்றுகிறது. ஒவ்வொரு மூலக்கூற்றின் விதி அவைகள் அமைந்திருக்கும் இடத்தைப் பொறுத்தே இருக்கிறது. மீண்டும் இங்கே நாம் அமைப்பாண்மைச் செயலெல்லை (organisation field) என்ற கருத்திற்கே வருகிறோம்.

நாம் இந்தச் செயலெல்லைத் (field) தோற்றம் எவ்வாறு தோன்றுகிறது என்ற பிரச்சினைக்கு முடிவுகாண விரும்பினால் இந்தத் திரும்ப உண்டுபண்ணும் கூறுகள் துண்டிக்கப்பட்ட பாகங்களைத் திரும்பவும் அதே இடத்தில் அமையுமாறு செய்கின்றது என்பதை நாம் உணரவேண்டும். அதாவது, அதனுடைய வளர்ச்சி வெட்டு எந்த இடத்தில் நிகழ்ந்தது என்பதற்கொப்ப அதனுடைய வளர்ச்சி மாறுபடுகிறது. ஆகையால், திரும்ப உண்டுபண்ணும் கூறுவின் வளர்ச்சியை ஆட்கொள்ளும் இந்தச் செயலெல்லையும்கூட ஒவ்வொரு எடுத்துக்காட்டிலும் வேறுபடும். மிக எளிமையான விளக்கம் எதுவாக இருக்கிறதென்றால் முழு வளர்ச்சியுற்ற முதிர்ந்த விலங்கின் கையில் முதன்முதலில் தோன்றிய கை-செயலெல்லை கெடாதநிலையில் தங்கவைத்துக் கொள்ளப்படுகிறது என்பதாகும். துண்டிக்கப்பட்ட பின்னும் அது துண்டிக்கப்பட்ட உறுப்படியில் இன்னும் இருக்கிறது. அங்கிருந்து அது மறுவளர்ச்சி மொட்டின் சிரத்தையற்ற ஆக்கப் பொருள்களுக்குள் விரிவடைகிறது. மேலும் இந்த ஆக்கப் பொருள்களின் மாறுபாடடைதலையும் நிர்ணயிக்கிறது. ஆகவே, திரும்ப உண்டுபண்ணும் கூறுவிலுள்ள செயலெல்லை துண்டிக்கப் பட்ட உறுப்படியிலுள்ள செயலெல்லையின் தொடர்ச்சியாக இருக்கக்கூடும் என்று கருதப்படுகிறது. மறுவளர்ச்சியுற்ற உறுப்புகளுக்கும்; துண்டிக்கப்பட்ட உறுப்படியுள்ளவைகளுக்கும்

இடையிலுள்ள முழுமையான முரண்பாடில்லாத தன்மையை விளக்குவதாகக் கருதப்படுகிறது.

எவ்வகையிலேனும் ஏதோ ஒரு சில பரிசோதனைகளின் முடிவுகள் மேலே குறிப்பிட்ட விளக்கத்திற்கு எதிராக இருக்கின்றன. ஒரு இளம் முன்கையின் மறுவளர்ச்சிக் கூம்பு (regeneration cone) பின்கையின் துண்டிக்கப்பட்ட உறுப்படியினுள் மாற்றி ஒட்டினால் அதனுடைய புதிய சூழ்நிலைக்கு ஏற்றாற் போல்மாறுபாடடைகிறது. ஆயினும், முன்கையிலுள்ள ஒரு மெல்லிய முதிர்ந்த (old) அல்லது வயதான திசுவின் துண்டை திரும்ப உண்டுபண்ணும் கூறுவுடன் உடனிருப்பாக மாற்றிப் பொருத்தப்பட்டால் பின்னது ஒரு முன்கையாகவோ வளர்ச்சியுறும் (Milojevic, 1924) (படம் 72). ஆகவே, முன் கைத்திசுவினுடைய வட்டம் ஒரு பின் கையின் துண்டிக்கப்பட்ட உறுப்படியின் (stump) ஆக்கவிளைவுகளை நடைபெறுவண்ணம் தடுக்கிறது. மேலும் திரும்ப உண்டுபண்ணும் கூறுவில் முன்கைச் செயலெல்லையைத் தோற்றுவிக்கிறது. இந்த வகையில் செயலெல்லை (field) திரும்ப உண்டுபண்ணும் கூறுவிலிருக்கும் செயலெல்லையின் தொடர்ச்சியாக இருக்கவில்லை என்பது திண்ணம். வீஸ் (Weiss, 1927) முன்கையின் முன்கைப்பாகத்தைத் (hand) துண்டித்தார் (amputated) கீழ்க்கையை நீளவாக்கில் இரு பாதியாக்கி ஒரு பாதியை நீக்கிவிட்டார். பின்னர் அவர் பக்கப்புண்ணை (lateral wound) தோலைக்கொண்டு மூடிவிட்டார். ஆகவே, பக்கவாட்டில் மறுவளர்ச்சி தோன்ற முடியாதவாறு செய்தார். ஆனால், மறுவளர்ச்சி குறுக்காக வெட்டப்பட்ட சேய்மை முனையில் தோன்றியது. ஒரு முழுமையான முன்கை (hand) கீழ்க்கையின் கீழ்ப் பாதியில் தோன்றும் திரும்ப உண்டுபண்ணும் கூறுவினால் உருவாக்கப்படுகிறது. மீண்டும் இங்கேயும் கூட திரும்ப உண்டுபண்ணும் கூறுவினுடைய செயலெல்லை துண்டிக்கப்பட்ட உறுப்படியின் செயலெல்லையின் தொடர்ச்சியாக இருக்கவில்லை. இதற்கு முற்றிலும் நேரெதிரான பரிசோதனைகளும் செய்யப்படலாம். இரண்டு கைகள் ஒன்றுகவே நீளவாக்கில் அவைகளுடைய அச்சுகள் ஒரே திசையை நோக்கியிருக்குமாறு வளரும்படியாகச் செய்யப்பட்டு அதன்பின் துண்டிக்கப்பட்டால் ஓர் தனித் திரும்ப உண்டுபண்ணும் கூறு பொதுவான புண்ணில் வளர்கிறது (Swett, 1924). போலிஸாசெவ் (Polezajev, 1936). இதற்கு மேலும் வெகுதூரம் சென்றிருக்கிறார். அவர் துண்டிக்கப்பட்ட கையினுடைய உறுப்படியினுள் அமைந்திருக்கும் உறுப்புகளை முற்றிலும் கொத்திப் பொடியாக்கினார். இப்படிச் செய்த போதிலும் ஏறத்தாழ முழுமையான கையின் மறுவளர்ச்சி

நிகழ்வதாகக் காணப்பட்டது. எவ் வகையிலேனும் துண்டிக்கப் பட்ட உறுப்படி கொத்தித் துண்டுசெய்யப்பட்ட வால்த்திசு விஞல் நிரப்பப்பட்டபோதிலும் வால்போன்ற திரும்ப உண்டு பண்ணும் கூறுகள் உருவாக்கப்படுகின்றன. இந்தப் பரிசோதனை யிலிருந்து திரும்ப உண்டுபண்ணும் கூறுவினுள் இயல்பான அமைப்பாண்மைச் செயலெல்லை தோன்றுவதற்குத் துண்டிக்கப் பட்ட உறுப்படியின் உறுப்புகள் அவைகளுடைய இயல்பான நிலையில் இருக்கவேண்டியது தேவையற்ற ஒன்ருகவே இருக்கிறது என்று தெரிகிறது. இந்தச் செயலெல்லை துண்டிக்கப்பட்ட உறுப் படியின் முன்பே இருக்கும் (pre-existing) செயலெல்லையின் ஒரு விரிவாக இல்லை என்பது தெளிவு. ஆனல், அது மறுவளர்ச்சி யுறும் திசுவில் தன்னுட்சியுரிமையுடைய (autonomous) செய் முறைகளினல் டீனேவோ (de-novo) வழியில் உருவாக்கப்படு கிறது. இந்தச் செயலெல்லையின் கூட்டமைவு அதனுடைய இயக்க விளைவுகளுக்கு உட்பட்டு மாறுபாடடையும் உறுப்புகளை துண்டிக்கப்பட்ட உறுப்படியில் அமைந்திருக்கும் குறித்த உறுப்பு களுக்குமேல் இருக்கும்படி அமைக்கும் அப்படிப்பட்டதொரு செயலாக இருக்கிறது. பின்தொடரும் பரிசோதனை அந்தச் செயலெல்லையின் இயல்பு வெட்டு எந்தத் தளத்தில் இருக்கிறது என்பதால் மட்டுமே நிர்ணயிக்கப்படுகிறது என்பதை நிரூபிக் கிறது. ஒரு கையின் பகுதி [(உதாரணமாக முன்கை (fore arm)] முழங்கைப் பகுதியில் ஒரு வெட்டும் மணிக்கட்டில் ஒரு வெட்டும் ஆகிய இரண்டு குறுக்கு வெட்டுகளினல் தனியாக்கப்பட்டிருக் கிறது. பின்னர் இது துண்டிக்கப்பட்ட உறுப்படிக்குள் தலைகீழாக மாற்றி அமைக்கப்பட்டது. இந்த அமைப்பினல் முழங்கை சேய்மையில் இருக்கிறது. இப்பொழுது இந்த முனையில் ஒரு திரும்ப உண்டுபண்ணும் கூறு தோன்றுகிறது. இந்தத் திரும்ப உண்டுபண்ணும் கூறு இந்த வெட்டிற்கு இயல்பாகச் சேய்மை யிலிருக்கும் பாகங்களை உள்ளடக்கித் தோன்றுகிறது. அதாவது முன் கையும், நுனிப்பாகங்களும் தோன்றுகின்றன. இது காரண மாக திரும்ப உண்டுபண்ணும் கூறுவில் ஒரு புதிய முன்கை தோற்றுவிக்கப்படுகிறது. ஆனல், இங்கே தலைகீழாக மாற்றி அமைக்கப்பட்ட முன்கை இதற்கு முன்னமேயே இருக்கிறது என்ற உண்மையையும் கருத்தில் கொள்ளவேண்டும். இது முழங்கைப் (elbow) புண்ணின் தன்மைகளின் அடிப்படையில் தோன்றிய மறுவளர்ச்சியாக இருக்கிறது.

பேபர் (Faber, 1960) வெவ்வேறு வயதுடைய மறுவளர்ச்சி மொட்டுகளை உடலின் பக்கங்களின் மாற்றிப்பொருத்தும் முறையில் ஆராய்ந்தார். இளநிலை மொட்டுகள் சேய்மைப்

பண்புகளைக்கொண்ட அமைப்புகளையே தோற்றுவித்தது. விரல்களைத் தோற்றுவித்தது. ஆனால், அவைகள் அதாவது வெட்டிப் பொருத்தப்படாமல் அவைகளுடைய இடத்திலேயே இருந்திருக்குமேயானால் முக்கியமாக அண்மை அமைப்புகளையே தோற்றுவித்திருக்கும் என்று கருதினர். இன்னும் சில மொட்டுகள் அண்மை எலும்புப்பொருள்களைத் தோற்றுவித்தன. ஆனால், வளர்ச்சியுற்று துடுப்பு அமைப்பைக்கொண்ட மறுவளர்ச்சி கரு மூலக்கூறு பண்பு சார்ந்த முழுக்கையைத் தோற்றுவிக்கும் திறமையை வருந்திப் பெறுகிறது. இத்தப் பரிசோதனைகளிலிருந்து துண்டிக்கப்பட்ட உறுப்படியினுடைய திசுக்கள் மாறுபாடடைதல் நீக்கத்தினால் (de-differentiation) உண்டாக்கப்பட்ட இளநிலை மறு வளர்ச்சிக்கரு மூலக்கூறுச் (blastema) செல்கள் தானியங்கு உயிர்மப் பெருக்கத்தையும் அமைப்பாண்மை மையத்தையும் உருவாக்குகிறது. இந்த அமைப்பு சேய்மை அமைப்புகளை மாறுபாடடையச்செய்யும் தன்மையைக் கொண்ட மீசன்கைம் பொருள்களைத் தொடர்ச்சியாக உருவாக்குகிறது. மறுவளர்ச்சி கருமூலக்கூறு நீளத்தில் அதிகரிக்கும்பொழுது இந்த மையம் அதனுடைய முனைப் பகுதியில் இருக்கிறது. நீண்டு கொண் டிருக்கும் மறுவளர்ச்சி கருமூலக்கூறுவின் அதி சேய்மைப் பகுதியில் உள்ள பொருள்களின் உண்மையான சேய்மை மாறுபாடடையும் தன்மைகள் படிப்படியாக மறுவளர்ச்சிக் கருமூலத்தின் வழியாகப் படிப்படியாகக் குறைந்துகொண்டே செல்லும் ஆக்கத்திரிபு களினால் அண்மைத்தன்மைகளைக் கொண்டதாக மாற்றப்படு கிறது. ஆகையால் மறுவளர்ச்சி அடைந்துகொண்டிருக்கும் மறு வளர்ச்சிக் கருமூலத்தின் வட்டச்சார்ந்த அமைப்பு (regional organisation), முகட்டு அமைப்பு (apical organisation) மையத்திற் கும் துண்டிக்கப்பட்ட உறுப்படியின் ஆக்கத்திரிபுகளுக்கும் இடையில் ஏற்படுகின்ற பின்னிய செயல்விளைவுகளின் முடிவாக இருக்கிறது.

காஸ் (Goss, 1959) என்பவரால் நிகழ்த்தப்பட்ட அண்மைக் காலப் பரிசோதனைகள், அந்த மறுவளர்ச்சிச் செயலெல்லையின் செயல்களின்மேல் சுமத்தப்பட்ட விளைவுகளும், திசுக்களின் பிரத்தி யேகமான தூண்டியியக்கம் போன்ற இயல்பினாலான வேறு சில இயக்கவிளைவுகளும்கூட ஒரு பங்கை வகிக்கின்றது என்பதைக் காட்டுகின்றன என்று எடுத்துக்காட்டினர். புண் பரப்பில் ஒன்று அல்லது ஒன்றுக்கு மேற்பட்ட எலும்புகள் இல்லாமலிருக்கும் அச் சமயத்தில் காணாமல்போன எலும்புப் பாகங்கள் திரும்பவும் வைக்கப்படுவது விளக்கவில்லை (படம் 63). அதோடல்லாமல் இயல்பான எண்ணிக்கைக்கு மிஞ்சிய எலும்புகளைக் கைக்குள்

சேர்த்து மேலும் இவ்வாறு தோய்வுற்ற பகுதியின் வழியாக உடனடியாகத் துண்டிக்கப்பட்டால் திரும்ப உண்டுபண்ணும் கூறுவில் இயல்பான எண்ணிற்கு அதிகமான(super numerary) எலும்புப் பொருள்கள் தோற்றுவிக்கப்படுகின்றன. செயலெல்லைச் செயல் (field action), திசுவின் பிரத்தியேகத் தூண்டியியக்கம் (tissue specific induction), ஆக இரண்டு இயல்இயக்கமும் (mechanism), ஏறத்தாழ ஒன்றுக்கொன்று இணைந்து முழுமையாக்கவல்லதாக இருக்கின்றன என்று கருதப்படுகிறது.

லியோஸ்நெர், வோரோன் சோவா (Liosner, Woronzowa, 1937) ஆகிய இருவரும் புண்ணில் தோன்றுகின்ற நிர்ணயிக்கும் காரணிப் பொருள்களின் இக்கட்டான தோற்றத்தை ஆராயுமுகமாகப் பல பரிசோதனைகளை நிகழ்த்தியுள்ளார்கள். அவர்கள் முன்கையின் எலும்பு அல்லது தசை ஆகிய இரண்டில் ஒன்றை மட்டும் பின்கையினுள்ளும் வாலிலிருந்து கையினுள்ளும் மேல் கரத்திலிருந்து முன்கையினுள்ளும் மாற்றிப்பொருத்தினர்கள். இதற்குப்பிறகு அவர்கள் கேள்விக்கிலக்காக இருக்கும் பாகத்தைத் துண்டித்தார்கள். மறுவளர்ச்சி நடைபெற்றுக்கொண்டிருக்கும் காலம் முழுவதிலும் தசை ஒட்டுகளும் எலும்பு ஒட்டுகளும் திரும்ப உண்டுபண்ணும் கூறுவின் இயல்பை இயக்கவிளைவு களுக்குட்படுத்துகின்றன என்பதைக் கண்டார்கள். திரும்ப உண்டுபண்ணும் கூறுவின் நிர்மாணம் புண்ணிலுள்ள வெவ்வேறு குறுக்காகத் துண்டிக்கப்பட்ட உறுப்புகளின் கூட்டுச்செய்கையினுல் தோன்றும்படி செய்யப்படுகிறது என்ற முடிவுக்கு வந்தார்கள்.

டிராம்புஸ்க் (Trampusch, 1958) என்பாரின் பரிசோதனைகளின் அடிப்படையில் மறுவளர்ச்சியுறும் கையின் நீளவாக்கு வளர்ச்சிக்குச் சட்டகம் மிக முக்கியமானது என்றும் அதனுடைய பருமனுக்குத் தசைத்திசுக்கள் முக்கியமானவை என்றும், ஆனுல், திரும்ப உண்டுபண்ணும் கூறுவின் உருவ அமைப்பிற்குத் தோல் மிகமிக முக்கியமான தூண்டியக்கக்கூறு என்றும் முடிவுக்கு வந்தார். பின்னுல் கூறப்பட்ட கருத்து காஸின் (Goss, 1957) சில பரிசோதனைகளால் உறுதியாக்கப்பட்டிருக்கிறது. கை நீளவாக்கில் பாதியளவுள்ளதாக்கப்பட்ட கையிலிருந்து தோன்றும் மறு வளர்ச்சியுறும் கையின் சரிப்படுத்திக்கொள்ளும் திறமை துண்டிக்கப்பட்ட உறுப்படியின்மேல் முழுமையாக அமைந்திருக்கும் தோலையே சார்ந்திருக்கிறது என்று காட்டினர்.

டிராம்புஸ்க் (Trampusch, 1958) இதுபோன்ற பல பரிசோதனைகளைச் செய்தார். முதலில் கதிர் இயக்க ஏற்றத்தின்மூலம் ஓம்பு

யிரின் கையின் அல்லது வாலின் மறுவளர்ச்சியடையும் சக்தி யைக் குன்றும்படிசெய்தார். கதிர் இயக்க ஏற்றம் பெருத தோலேயோ அல்லது உட்சட்டகத்தையோ கதிர் இயக்க ஏற்றம் பெற்ற ஒரு பகுதியினுள் மாற்றிப்பொருத்திஞர். கதிர்இயக்க ஏற்றம் பெருத கையின் மறுவளர்ச்சி ஆற்றல் தூண்டப்பட்டது. ஆகவே, இது வெட்டப்பட்டபின் ஒரு புதிய கையும் மறுவளர்ச்சி யுற்றது. உடலின் தோல் மறுவளர்ச்சியுற்றது. கீழ்த்தாடை எலும்பில் எந்த விளேவும் ஏற்படாமல் இருந்தது ஆனல், வால் பகுதியிலிருந்து பெற்ற தோல் அல்லது எலும்பு வாலேப்போன்ற வெளிவளர்ச்சிகளேத் தட்டியெழுப்பியது. இதற்கு நேர்மாருகக் கதிர் இயக்க ஏற்றம்பெற்ற வால்ப் பகுதியினுள் கையின் தோலே மாற்றிப்பொருத்திப்பின் ஒட்டின் வழியாகத் துண்டிக்கப்பட்ட பொழுது கையின் மறுவளர்ச்சியைத் தோற்றுவித்தது. இந்தப் பரிசோதனேகளிலிருந்து டிராம்புஸ்க் கதிர் இயக்க ஏற்றம்பெற்ற வால் அல்லது கையின் மறுவளர்ச்சி ஆற்றலின்மை புற அமைப் பியல் செயலெல்லே (morphogenetic field) இல்லாமல் போவதே யாகும் என்ற முடிவுக்கு வந்தார். அது இல்லாத காரணத்தால் கதிர் இயக்க ஏற்றம் பெருத ஒட்டின் செயலாண்மை புற அமைப் பியல் காரணி திரும்ப உண்டுபண்ணும் (regenerate) கூறுவின் வடிவளவை நிர்ணயிக்கிறது. இந்தச் செயலாண்மைப் புற அமைப் பியல் காரணி அதனுடைய தூண்டியக்கக்கூறுபோல் செயல்படு கிறது என்று கண்டார்.

அடுத்த வகையில் அதாவது வால் மறுவளர்ச்சியில் குறிப் பாக தண்டுவடம் முக்கியமான பங்கை வகிக்கிறது. வெளி வளர்ச்சியுற்றுக் கொண்டிருக்கும் தண்டுவடம் மறுவளர்ச்சிக் கரு மூலத்திலிருந்து புது அச்சுச்சார்ந்த சட்டகம் தோன்றுவதைத் தூண்டுகிறது. மேலும் இது முதுகெலும்புகள் கண்டங்களாக மாற்றப்படுவதற்கும் வால்த் தசையமைப்பிற்கும் காரணமாக இருக்கிறது என்று ஹோல்ட்சர் காட்டியுள்ளார் (Holtzer, 1956).

இதற்கு முன்னே கண்டவைகளேயெல்லாம் சுருக்கமாகக் கூற வேண்டுமானல் மறுவளர்ச்சி இயற்காட்சிகள் பல பண்புகளிக் கருவளர்ச்சிக்கு இணேயானதாகவே இருக்கிறது என்று கூறலாம். ஆனல், பல பண்புகளில் புதுத்தொடர்புகளேயும் நாம் இங்கே கண்டுள்ளோம். இவைகள் அமைப்பாண்மைச் செயலெல்லே என்ற பிரச்சினேக்கு புதியதொரு கோணத்திலிருந்து விளக்கத் தைத் தருவதாக இருக்கிறது. நாம் இந்த இயற்காட்சிகளே இன்னும் தீவிரமாக ஆராய்ந்தால் வளர்ச்சியை ஆட்கொண்டி ருக்கும் பல விதிகளுக்கு ஆழமான புதியதொரு விளக்கத்தைத் தரலாம் என்று எதிர்பார்க்கலாம்.

12. வளர்உருமாற்றம்
(Metamorphosis)

பருவங்கடந்த உயிரின் தோற்ற வளர்ச்சிகளின் வடிவ அமைப்பு உருவாக்கம் (Reactivation of Morphogenetic Processes after Development): முழுமையாக எடுத்துக்கொண்டால் தனி விலங்கின் வயது அதிகமாக அதிகமாக தனி உயிரின் தோற்றவளர்ச்சிகளின் (ontogenetic) வளர்ச்சி குறைவதுபோல் தோன்றுகிறது. வாழ்க்கையின் காலங்கடந்த படிநிலைகளில் பிளவிப்பெருகல் இருபடைக் கருக்கோளாக்கம் நடைபெறுதல், உறுப்புத்தோன்றுதல் போன்றவைகள் நடைபெற்றுக் கொண்டிருக்கும் அந்தச் சமயத்தில் தோன்றும் பிரமிக்கத்தக்க மாற்றங்கள்போல் மாற்றங்கள் நிகழ்வதில்லை. திசு வேறுபாடடைதல் ஆரம்பிக்கும்பொழுது அது பல வகையான திசுக்களையே தோற்றுவிக்கின்றன. ஆனால், இதற்கு மேற்பட்ட மாறுபாடடைதல் இதற்கு முன்பே ஏற்பட்ட மாறுபாடடைதலை ஆதரிப்பதற்கு உதவுகிறது. மேலும் சில சமயங்களில் முன்னமேயே ஆரம்பகாலத்தில் தோற்றுவிக்கப்பட்ட வேறுபாடுகளை அதிகப்படுத்தவே உதவுகிறது. வளர்ச்சிகூட வயது ஆகஆக வளர்ச்சி வீதத்தில் குன்றிவிடுகிறது. இருப்பினும் சில சிறப்பான எடுத்துக்காட்டுகள் இருக்கின்றன. இந்த எடுத்துக்காட்டுகளில் வடிவ அமைப்பியல் உருவாக்க வழிமுறைகள் பருவங்கடந்த உயிரின் தோற்றவளர்ச்சிகளின் பொழுது மீண்டும் எழுச்சியுறும்படி செய்யலாம். ஆகவே, இந்த வழிமுறைகளில் தோற்றுவிக்கப்பட்ட மாற்றங்கள் தனிஉயிரியின் இளநிலை வளர்ச்சியின் சமயம் காணப்பட்ட மாற்றங்களுக்கு அளவிலும், பரிமாணத்திலும் சமமாக இருக்கலாம். இந்தச் சிறப்பு வாய்ந்த எடுத்துக்காட்டுகளைப்பற்றி இங்கு ஆராய்வோம்.

வளர்ச்சி கிட்டத்தட்ட ஒரு முடிவைநோக்கி நெடுந்தூரம் சென்ற விலங்குகளில் வடிவ அமைப்பியல் சார்ந்த வழிமுறைகளை மீண்டும் செயலெழுச்சியுறும்படி செய்யலாம். இந்தநிலை வளர்

கரு லார்வாவாக வளரும் விலங்குகளின் இனத்தில் காணப்படு கிறது. இந்த லார்வா வளர்உருமாற்றம் (metamorphosis) வழியின் வாயிலாக முதிர்ந்த விலங்காக மாற்றப்படுகின்றது. இந்தப் பண்புகளைக்கொண்ட விலங்குதான் தனிச்சிறப்புக் கொண்ட எடுத்துக்காட்டாக இருக்கிறது.

1	கடற்பஞ்சு	—	ஆம்ஃபிளாஸ்டுலா
2	குடற்குழியுடலிகள்	—	பிளானுலா
3	தட்டைப் புழுக்கள்	—	முல்லர் லார்வா
4	டிரிமெட்டோடா	—	மிராசீடியம், செர்க்கேரியா, ரீடியா, ஸ்போராசிஸ்டு
5	உருளைப் புழுக்கள்	—	ஆங்கோஸ்ஃபியர்
6	நெமர்டீனியா	—	பைலிடியம்
7	வளையப் புழுக்கள்	—	டிரோக்கோஸ்போர்
8	மெல்லுடலிகள்	—	டிரோக்கோஸ்போர், விலிஜர்
9	நண்டினம்		
	என்டோமோஸ்டிரேக்கா	—	நாப்ளியஸ்
	மாலக்கோஸ்டிரேக்கா	—	சூயியா
10	பூச்சிகள் (அறுகாலிகள்)	—	நிம்ஃம்ஸ் (முழுமையற்ற வளர் உருமாற்றம்) கம்பளிப் புழு, கிரப்ஸ், (முழுமையான வளர்உருமாற்றம்)
11	பிரையோசோவா எக்டோ பிராக்டா	—	சைபோனுட்டியஸ் லார்வா
12	முள்ளுடலிகள்	—	புளுட்டியஸ், பைப்பின் னேரிய, ஆரிக்குலேரியா
13	என்டிரோபினியூஸ்டா	—	டோர்னேரியா லார்வா
14	அஸ்சிடியேசியா	—	தலைப்பிரட்டை லார்வா
15	சைக்லோஸ்டோமேட்டா	—	அம்மோசீட் லார்வா
16	நீர் நிலவாழ்விகள்	—	தலைப்பிரட்டை லார்வா (தவளைகள்) சலமாண்டர் லார்வா

விலங்கின மண்டலத்தில் பெரும்பாலான தொகுதிக் கூட்டங் களில் காணப்படும் லார்வாக்களும் அவற்றின் வளர்உரு மாற் றங்களும் இங்கே தரப்படும். இந்த லார்வாக்கள் ஒவ்வொன்றும்

ஒவ்வொரு தொகுதிக் கூட்டங்களின் முழுமையான பிரதிநிதிகள் என்று கூறுவதற்கில்லை.. லார்வாக்கள் ஒவ்வொன்றும் ஒரு தனிச் சிறப்புப் பெயரைக்கொண்டு முதிர்ந்த விலங்கிலிருந்து வேறுபடுத்திக் காணக்கூடியதாக இருக்கின்றன. மேலே கொடுக்கப்பட்ட லார்வாக்கள் ஒவ்வொன்றும் ஒவ்வொரு தொகுதிக் கூட்டத்திற்கும் ஓர் பிரதிநிதி என்று கொள்ளப்படுகிறது. அவற்றின் பெயர்கள் மேலே கொடுக்கப்பட்டிருக்கின்றன. இந்த விலங்குத் தொகுதிக் கூட்டங்களிலெல்லாம் வடிவ அமைப்பியல் நடைமுறைகளின் தன்மைமாற்ற இயல்பிலும் விளைவுண்டாக்கும் விதத்தின் வரிசையிலும் வேறுபடுகின்றன. ஆகையால் பொது வான பதங்களைக்கொண்டு அவைகளை விளக்குவது முடியாததாக இருக்கிறது. இரண்டு மிக நெருங்கிய எடுத்துக்காட்டுகள் இங்கே தேர்ந்தெடுக்கப்பட்டிருக்கின்றன. நீர் நில வாழ்விகளின் வளர் உருமாற்றமும் அறுகாலிகளின் வளர்உருமாற்றமும் எடுத்துக்கொள்ளப்பட்டிருக்கின்றன.

நீர் நிலவாழ்விகளில் வளர்உருமாற்றம் நடைபெறும் காலத்தில் ஏற்படும் அமைவு மாற்றங்கள் (Changes of Organisation during Metmorphosis in Amphibians) : நீர் நில வாழ்விகளில் வகை மாதிரிக்குப் பொருத்தமான எடுத்துக்காட்டுகளில் வளர்உரு மாற்றம் நீர் வாழ்க்கையிலிருந்து நில வாழ்க்கைக்கு மாறும் விதங்களுடன் சம்மந்தப்பட்டிருக்கிறது. சூழ்நிலையினால் இந்த மாற்றத்தின்மேல் வேறொரு மாற்றத்தையும் மேலிருத்தி இருக்கிறது. பெரும்பாலான தவளைகள், தேரைகளின் தலைப் பிரட்டைகள் தாவரப்பொருள்களையே பெரும்பாலும் உண்கின்றன. அதாவது உயிர்வாழும் அல்லது இறந்து கழிந்து கொண்டிருக்கும் தாவரப் பொருள்களே இவைகளின் உணவாகும். இந்தத் தாவரப் பொருள்கள் ஆழ்ந்து கிடக்கும் பொருள்களில் ஒட்டிக்கொண்டு இருக்கின்றன. தலைப்பிரட்டை தன்னுடைய வாயைச்சுற்றி அமைந்திருக்கும் கடினமான பற்களினால் சுரண்டி உண்கிறது. சில கழிவுப் பொருள்களை உண்கின்றன. சிலவற்றில் இந்தக் கழிவுப்பொருள்கள் மக்கிய மண் குடல்வழியாகச் செல்லும்பொழுது உணவுப் பொருள்கள் பிரித்தெடுக்கப்படுகின்றன. நகங்களுடைய தேரையான சீனோபஸ் (xenopus) என்ற தவளை மிதவை உயிர்களை (plankton) உண்கிறது. முதிர்ந்த தவளைகள் ஊன் உண்ணிகள். இவைகள் பூச்சிகள், புழுக்கள், பெரிய உணவு உயிரி, சிறிய தவளைகள், மிகச்சிறிய பறவைகள், எலிகள் போன்றவைகளை உண்டு உயிர்வாழ்கின்றன. யூரோடீல்களில் உணவில் மிகப் பெரியதொரு மாற்றம் இல்லை. லார்வாக்கள் முதிர்ந்தவைகளைப்போலவே ஊன் உண்ணியாக இருக்கின்றன.

அவைகள் சாதாரணமாக சிறிய விலங்குகள், நண்டுகள், புழுக்கள் போன்றவைகளை உண்கின்றன. வளர்உருமாற்றம் நடைபெறும் பொழுது விலங்குகளின் சில பகுதிகளில் ஏற்படும் மாற்றங்கள் முற்போக்குள்ளதாயும் சில பகுதிகளில் பிற்போக்குள்ளதாயும் இருக்கின்றன. இவைகளை 'மூன்று தரங்களாகப் பிரிக்கலாம்.

1. உறுப்புகள் அமைப்புகள் லார்வா வாழ்வுக்குத் தேவைப்படக்கூடியவைகள். ஆனால், முதிர் நிலைக்குத் தேவையற்று முற்றிலும் மறைந்து விடுபவை.

2. சில உறுப்புகள் தோன்றி அல்லது வளர்ச்சியுற்று வளர் உருமாற்றம் நடைபெருங்காலங்களிலும் அதற்குப்பின் காலங்களிலும் மட்டும் செயல்படுபவைகள்.

8. மூன்றுவதுதரம் சில உறுப்புகளைக் கொண்டிருக்கிறது. இந்த உறுப்புகள் இருக்கும்பொழுது வளர்உருமாற்றத் திற்கு முன்னும், பின்னும் செயல்பட்டு முதிர்ந்த விலங் கின் வாழ்க்கைமுறையின் தேவைகளைப் பூர்த்திசெய்யும் படியான மாற்றங்களைப் பெற்று உருமாற்றப்படுகிறது.

வாலற்ற தவளைகளின் லார்வாவின் (Larva) வாழ்க்கை விதத்திற்கும், வளர்ந்து முதிர்ந்தவைகளின் வாழ்க்கை விதத் திற்கும்;இடையிலுள்ள வித்தியாசங்கள் மிகமிக ஆழ்ந்தன. இதற் கிசைவாக வளர்உருமாற்றத்தில் ஏற்படும் மாற்றங்கள் யூரோ டீல்களைவிட அதிவிசாலமாக இருக்கிறது. அவற்றை முதலில் ஆராய்வோம்.

பின்வரும் பிற்போக்கு (regressive) வழிமுறைகள் தவளையில் வளர்உருமாற்றம் நடைபெறும்பொழுது தோன்றுகின்றன. தலைப்பிரட்டையின் துடுப்பு மடிப்புகளைக்கொண்ட நீண்டவால் அது இருந்த இடம் தெரியாமல் முற்றிலும் உறிஞ்சப்பட்டு விடு கிறது (resorbed) அல்லது உள்வாங்கப்பட்டு விடுகிறது. செவுள்கள் மீண்டும் உள்வாங்கப்படுகின்றன. செவுள்பிளவுகள் மூடப்படு கின்றன. மேல் மூச்சுக்குழிகள் மறைகின்றன. வாய் மேல்த் தட்டிலுள்ள கடினமான பற்கள் வீழ்கின்றன. தாடைகளின் கடினமான விளிம்பும் மறைகின்றது. வாயின் வடிவம் மாறு கிறது. மலப்புழைக் குழாயின் (cloacal tube) நீளம் குறுக்கப் பட்டுக் குறைக்கப்படுகிறது. சில இரத்தக் குழாய்கள் குறைக்கப் படுகின்றன. சில தமனிவளைவுகளும் குறைக்கப்படுகின்றன.

ஆக்கச்செயல்முறைகள் முதலில் கைகளின் முற்போக்கு வளர்ச்சியைச் சம்மந்தப்படுத்துகின்றன. கைகள் வளர்ந்து

உருவளவில் பெரிதாகவும் மாறுபாடடைதலில் மேல் நிலையையும் அடைகிறது. முன் கைகள் தவளைகளில் செவுள்சூழ் சவ்வினால் மூடப்பட்டு அதனுள் வளர்ச்சியுறுகின்றன. பின் இதைக் கிழித்துக்கொண்டு வெளிவருகிறது. செவிப்பறைச்சவ்வு வட்ட வடிவமான செவிப்பறைக் குருத்தெலும்பினால் பலம்பெற்று வளர்கிறது. கண்கள் தலையின் மேற்புறப்பரப்பில் வெளிநீட்டிக் கொண்டிருக்கின்றன. கண்கள் கண் இமைகளைப் பெறுகின்றன. நாக்கு வாயின் அடித்தளத்திலிருந்து வளர்ச்சியுறுகிறது. லார் வாப் பருவத்திலும் முதிர்ந்த பருவத்திலும் செயல்பட்டு ஆனால், வளர்உருமாற்றத்தில் அவைகளின் வேறுபாடடைதல் மாற்றிக் கொள்ளும் உறுப்புகள் முக்கியமாக தோலும், குடலும் ஆகும். தலைப்பிரட்டையின் தோல் இரண்டடுக்குள்ள புற அடுக்கினால் (epidermis) மூடப்பட்டிருக்கிறது. வளர்உருமாற்றம் நடைபெற்றுக்கொண்டிருக்கும்பொழுது புற அடுக்கிலுள்ள செல் அடுக்குகளின் எண்ணிக்கை அதிகரிக்கிறது. புறப்பரப்பு அடுக்குகள் கடினநிலை (cornified) அடைகின்றன. பல செல்களால் உருவாக்கப்பட்ட கோழைச் சுரப்பிகளும் சீரச் சுரப்பிகளும் (serous) பைகளாக வளர்ச்சியுற்று மேற் புறப்பரப்பிலிருந்து ஆழ்ந்து அடித்தோல் இணைப்புத்திசு அடுக்கினுள் செல்லுகிறது. பெரும்பாலான தவளைகளில் தலைப்பிரட்டையின் தோலில் அமைந்திருந்த பக்கவாட்டு உணர்ச்சி உறுப்புகள் வளர்உருமாற்றம் நடைபெறுங்காலங்களில் மறைந்து விடுகின்றன. தோலின் நிறம் மாற்றமடைந்து புதியதொரு நிறமும், அவற்றின் புது மாதிரியான அமைவும் தோன்றுகிறது. தாவர உண்ணி தலைப்பிரட்டையின் மிக நீளமான குடல் மிகவும் குட்டையாக்கப்படுகிறது. குடல், தலைப்பிரட்டையில் கடிகாரச் சுழற் கம்பிபோல் இருப்பவைகளில் பெரும்பாலான சுருள்கள் நேராக்கப்பட்டு விடுகின்றன. வளர்உருமாற்றம் வெகுவிரைவாக நடைபெற்று சில நாள்களில் முடிவடைந்து விடுகிறது.

யூரோடீல்களில், வளர்உருமாற்றத்தில் ஏற்படும் மாற்றங்கள் மிகவும் குறைந்த அளவு பதியத்தக்கதாக இருக்கின்றன. வால் தங்கவைத்துக் கொள்ளப்படுகிறது. வாலினுடைய துடுப்பு மடிப்புச் சவ்வு மட்டுமே மறைகிறது. சுவாச உபகரணங்கள் குறுக்கப்படுகிறன்றன. புறச்செவுள்கள் மீண்டும் உள்வாங்கப்படுகின்றன. செவுள் பிளவுகள் மூடப்படுகின்றன. வயிற்று வன் சட்டகம் மிகவும் குறைக்கப்படுகிறது. தலை தன்னுடைய வடிவை மாற்றுகிறது. தலை முட்டை வடிவுடையதாகிறது. முற்போக்கான மாற்றங்கள், தவளையின் தலைப்பிரட்டையில் வளர் உருமாற்றம் நடைபெறும்பொழுது காணப்பட்டதுபோல்

அவ்வளவு வெளிப்படையாகத் தெரிவதில்லை. முற்போக்கு மாற்றங்கள் முக்கியமாக தோலின் அமைப்பிலும், கண்ணின் அமைப்பிலும் நிகழுமாறு கட்டுப்படுத்தப்படுகின்றன. கண்கள் தலையின் மேற்புறப்பரப்பில் அதிகமாகத் துருத்திக் கொண்டிருக்கின்றன. கண் இமைகளும் வளர்கின்றன. தோல் கடினத் தன்மையடைகிறது. பல செல்களால் உருவாக்கப்பட்ட தோற் சுரப்பிகள் மாறுபாடடைகின்றன. தோலின் வண்ணப்பட்டைகள் மாற்றமுறுகின்றன. தலைப்பிரட்டையில் நிகழ்வதுபோலல்லாமல், அதற்கு மாறாக கால்கள் எந்த ஒரு விதமான மாற்றங்களையும் பெறுவதில்லை. இதே நிலை உணவுக் குழலுக்கும் பொருந்தும். வளர்உருமாற்றத்தை மொத்தமாகப் பார்த்தால் அல்லது எடுத்துக்கொண்டால், படிப்படியாக நடைபெறுகிறது; இது முடிவடைவதற்குப் பல வாரங்கள் எடுத்துக்கொள்ளப் படலாம்.

வாலற்ற தவளைகளிலும், யூரோடீல்களிலும் வளர்உருமாற்றம் நடைபெறும் காலங்களில், நுரையீரல்கள் வன்மையான மாற்றங்களுக்குட்படுத்தப்படுவதில்லை என்பது மிகவும் குறிப்பிடத்தக்கதாக இருக்கிறது. அவைகள் மிகவும் படிப்படியாக வளர்கின்றன. இவ்வாறு வளர்ந்து, லார்வாப்படிநிலையில் செயல்படக்கூடியதாகிறது. வளர்உருமாற்றத்திற்கு முன்பே, தவளைகளின் லார்வாக்களும், சாலமண்டர்களின் (Salamander) லார்வாக்களும், இடையிடையே தண்ணீரின் புறப் பரப்பிற்கு வர ஆரம்பிக்கின்றன. மேலும், புறப்பரப்பிலிருந்து, சிறிதளவு காற்றை அவைகளுடைய நுரையீரல்களுக்குச் செல்லுமாறு விழுங்கிவிடுகின்றன. ஆகவே, அவற்றின் நீர் சுவாசத்துடன் இணைந்து வளமாக்குகிறது. பெரும்பாலான தவளைகளின் தலைப்பிரட்டைகள் அல்லது லார்வாக்கள் நிலையான அசுத்தமான தண்ணீரில் வளர்ச்சியுறுவதால் மேலே குறிப்பிட்ட செயல் மிகமிக முக்கியமானதென்று கருதப்படலாம்.

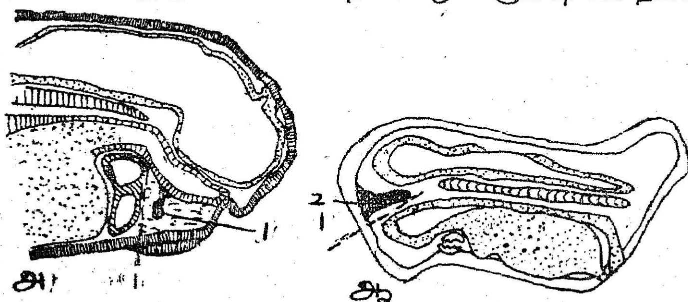
வளர்உருமாற்றம் நடைபெறும் காலங்களில், புறஉருவ அமைப்பு மாற்றங்களும், உடல் செயலியல் மாற்றங்களும் ஒன்றுக்கொன்று இணைந்தே போகின்றன. இந்த மாற்றங்களில் சிலவற்றை இங்கு காண்போம். தவளைத் தலைப்பிரட்டைகளின், வளர்உருமாற்றத்தில், கணையத்தின் (pancreas) நாளமில்லாச் செயல் ஆரம்பிக்கிறது. இந்த மாற்றம், கல்லீரலின் அதிக அளவு கார்போஹைடிரேட்டுகளை கிளைகோஜனாக மாற்றும் செயலுடன் இணைக்கப்பட்டிருக்கிறது. கழிவுப்பொருள் நீக்க இயற்பியலில் (mechanism) ஆழ்ந்த மாற்றங்கள் நடைபெறுகின்றன. தலைப்

பிரட்டைகளில், நைட்ரஜன் வளர்சிதை மாற்றத்தின் (metabolism) முடிவான விளைபொருள் அமோனியா. இந்த அமோனியா தண்ணீர் ஊடகமாக இருந்தால் பரவுதல் (diffusion) என்ற எளிய முறையில் வெளியேற்றப்படுகிறது. ஆனால், நிலவாழ் விலங்கில் அமோனியா அதிக அளவு சேரக்கூடும். இவ்வாறு சேர்ந்தால் அதனுடைய நச்சுத்தன்மை காரணமாக இந்த விலங்கிற்கு விபரீத விளைவுகளை ஏற்படுத்தும். இருப்பினும் வளர்உரு மாற்றமடைந்த தவளைகள் பெருமளவு நைட்ரஜனை யூரியா வடிவில் கழிவுப்பொருள்களாக வெளியேற்றுகின்றன. மேலும், மிகச்சிறிய அளவே அமோனியாவாக வெளியேறுகின்றது. இந்தப் பிரிதொரு நிலைக்குச் செல்லும் மாற்றம் வளர்உரு மாற்றத்தின் காலங்கடந்த படிநிலைகளில் நிகழ்கின்றது. உண்மையாக இது கல்லீரலின் மாற்றமுற்ற செயற்பாட்டினால் ஏற்பட்டதாகும். கல்லீரல், யூரியாவைத் தொகுக்கும் வேலையைச் செய்கிறது (Munro, 1939).

தலைப்பிரட்டையின் செவுள்கள், வால், முதலியவைகளின் குறைப்பு இந்த உறுப்புகளின் உள்ளார்ந்த திசுக்களின் தன் சிதைவு (autolysis) வழியில் நிறைவேற்றப்படுகிறது. இந்தச் செயலில் அமீபா போன்ற மாக்ரோஃபாஜஸ் (macrophages) அதிக அளவு பங்குகொள்கிறது. இந்த மாக்ரோஃபாஜஸ் நிலை குலைந்து கொண்டிருக்கும் செல்களின் கழிவுப்பொருள் களையும், துணுக்குகளையும் உண்கின்றது (phagocytose). இதே இயற்பியல், குறைந்த அளவில் யூரோடீல், நீர் நிலவாழ்விகளின் புறச் செவுள்களின் துடுப்புமடிப்புகள் போன்றவைகளின் குறுக்கத்திலும் செயல்படுகிறது.

அழிவுச் செய்முறைகள் இதுபோன்றதொரு முக்கியமான பங்கை வளர்உருமாற்றத்தில் வகிப்பதாலும், இதோடிணைந்து சிறப்பாக, தலைப்பிரட்டையில் தன்மை மாற்றம் முடிவுறும் காலங்களில் உணவு உட்கொள்ளுதல் இடையிடையே குறுக்கிடப் படுவதாலும், வளர்உருமாற்றத்தின் முடிவில், உடலின் எடை ஆரம்ப காலத்தில் இருந்ததைவிட குறைந்திருக்கிறது. உடல் எடையின் குறைமானத்திற்கு சில பகுதிகள் (செவுள்கள், வால்) இழக்கப்படுவதால் மட்டுமல்லாமல் தீவிரமாக வளர்ந்து கொண்டு இருக்கும் உறுப்புகளை விலக்கிவிட்டு எஞ்சியபாகங்கள் வளர்உருமாற்ற காலங்களில் சுருங்குவதுபோல் தோன்றுகிறது. வளர்உருமாற்றமடைந்த நீர் நிலவாழ்விகளின் தலை, மார்பகம் (head, trunk) லார்வாக்களில் வளர்உருமாற்றம் ஆரம்பிப்பதற்கு முன்பு இருந்ததைவிட சிறியதாக இருக்கிறது.

இருவாழ்விகளில் வளர்உருமாற்றச் செயல்விளைவிப்பவைகள் (Causation of Metamorphosis in Amphibians): வளர்உருமாற்ற காலத்தில் விலங்கின் உடலின் பல பாகங்களில் ஒரே காலத்தில் நிகழ்கின்ற மாற்றங்களுக்கும் எல்லாத் தன்மைமாற்றங்களுக்கும் சில பொதுவான காரணங்கள் நிலைபெற்றிருக்கின்றன என்பதை வலியுறுத்துகிறது. இந்தப் பொதுக்காரணம் ஹார்மோன்களாக இருக்கிறது என்று கண்டுபிடிக்கப்பட்டிருக்கிறது. இந்த ஹார்மோன் தைராய்டுவாக (thyroid) இருக்கிறது. வளர் உருமாற்ற நிலையையடைந்த விலங்குகளின் தைராய்டு சுரப்பியிலிருந்து (thyroid gland) அதிகஅளவில் சுரப்பு வெளிப்படுத்தப்படுகிறது. இதற்கு முதற்குறியீடுகள் குடர்னட்ஷ் (Gudernatsch, 1912) பரிசோதனைகளிலிருந்து கிடைக்கின்றன. குடர்னட்ஷ் சில தவளைத்



படம் 73

தவளை வளர்கருவில் நாளமில்லாச் சுரப்பி நீக்கத்தைக் காட்டுகிறது. (படம் பக்கத்தள வெட்டிலிருந்து வரையப்பட்டது.)

அ. காலங்கடந்த வால் மொட்டுப் படிநிலையில் வயிற்றுப்பக்கத்தின் வழியாக, ஏற்படுத்தப்பட்ட வெட்டினால் நீக்கப்படுகிறது (வெட்டுக் கோடுகள்)

ஆ. இளநிலை வால் மொட்டுப் படிநிலையில்; ஹைபோபைசிஸ் எவ்வாறு நீக்கப்படுகிறது என்பது வெட்டுக் கோட்டினால் காட்டப்பட்டிருக்கிறது.

1. தைராய்டு 2. ஹைபோபைசிஸ்.

தலைப்பிரட்டைகளுக்கு உலர்த்தப்பட்டு தூளாக்கப்பட்ட ஆட்டின் தைராய்டு சுரப்பிகளை உணவாக அளித்தார். இந்தத் தலைப்பிரட்டைகள் வளர்உருமாற்றம் நடைபெறவேண்டிய காலத்திற்கு முன்பே மிதமிஞ்சிய வளர்உருமாற்றமடைந்தது. மற்றைய சுரப்பிகளிலிருந்து தயாரிக்கப்பட்டவைகளை தலைப்பிரட்டைகளுக்கு உணவாக அளித்தால் இதே மாற்றங்களைத் தோற்றுவிக்க முடிவதில்லை. இந்தப் பரிசோதனைகள் தலைப்பிரட்டைகள் வளர்உருமாற்றம் அடைவதன் வழியாக தைராய்டு ஹார்மோன்களுக்கு எதிர்ச்செயல் விளைவுகளைத் தோற்றுவிக்க முடிகிறது என்பதை மிகவும் சாத்தியமானதொன்றாகவே இருக்கிறதென்று தெளிவுபடுத்துகிறது.

சாதாரண வளர்ச்சியில் வளர்உருமாற்றத்திற்கு உண்மையான காரணம் தைராய்டு ஹார்மோன்கள்தான் என்பதற்கு நிரூபணம் பின்வரும் இரு பரிசோதனைகளால் கொடுக்கப்படுகிறது. தவளை வளர்கருவின் தைராய்டு மொட்டு வால் மொட்டுப்படிநிலையில் (tail bud) அகற்றப்படுகிறது (படம் 73அ). வயிற்றுப் பக்கத்தில் ஏற்படுத்தப்படும் துவாரத்தின் வழியாக அது வெட்டி அகற்றப்படுகிறது. இந்த அறுவைச் சிகிச்சை பெற்ற தலைப்பிரட்டைகள் உயிர்வாழ்ந்து சாதாரண வளர்ச்சியையும் பெறுகின்றன. ஆனால், வளர்உருமாற்றமடைவதில்லை (Allen, 1918). இவைகள் ஓராண்டுகாலம் உயிர்வாழும்படி வைக்கப்பட்டிருந்தாலும் அவைகள் வளர்உருமாற்றமடைவதில்லை. அதேகாலத்தில் தைராய்டு சுரப்பிகள் நீக்கப்படாத பரிசோதனை விலங்குகளின் தலைப்பிரட்டைகள் சிறு தவளைக் குஞ்சுகளாக மாற்றமடைந்து விடுகின்றன. தைராய்டு சுரப்பியில்லாத தலைப்பிரட்டைகள் தொடர்ந்து வளர்ந்து சாதாரண உருவைவிட மிகப்பெரிய உருவை அடைகிறது. சாதாரண தலைப்பிரட்டைகள் வளர்உருமாற்ற ஆரம்பகாலத்தில் 60மி.மீ. நீளமிருக்கும். ஆனால், தைராய்டு சுரப்பியற்ற தலைப்பிரட்டை 123 மி.மீ. நீளம்வரை வளர்கிறது. ஆகவே, தைராய்டு சுரப்பியிலிருந்து வெளிப்படும் தூண்டல் (stimulus) வெளிப்படாமலிருந்தால் வளர்உருமாற்றம் தோன்றுவதில்லை என்று நிரூபிக்கப்பட்டிருக்கிறது. முடிவான பரிசோதனையில் தைராய்டு சுரப்பியற்ற தலைப்பிரட்டைகளுக்கு வெளியிலிருந்து தைராய்டு ஹார்மோன்களைக் கொடுப்பதாகும். இவைகளுக்கு தைராய்டு ஹார்மோன்கள் இரண்டு முறைகளில் கொடுக்கப்படலாம்(Allen, 1918). ஒரு முறையில் நன்ருகப் பொடியாக்கப்பட்ட உலர்ந்த தைராய்டு சுரப்பிகளைக் கொடுப்பது. இரண்டாவது முறையில் தைராய்டு சுரப்பிகளிலிருந்து எடுக்கப்பட்ட கரையக்கூடிய வடிபொருள்கள் கரைக்கப்பட்ட தண்ணீரில் தலைப்பிரட்டைகளை அமிழ்த்துவதன் மூலம் அவைகள் தைராய்டு ஹார்மோன்களைப் பெறும்படி செய்யலாம். இந்த வழிமுறைகளில் பதனிடப்பட்ட (treated) தலைப்பிரட்டைகள் உடனடியாக வளர்உருமாற்றம் அடையத் தொடங்கிவிடுகின்றன. ஆகையால் ஏதோ ஒரு சில வழிமுறைகளின்மூலம் வேறு தைராய்டு ஹார்மோன்களைப் பெற்றுக் கொண்டிருக்கும் காலம்முழுவதும் இந்தத் தலைப்பிரட்டைகளுக்கு அதனுடைய தைராய்டு ஹார்மோன்கள் தேவைப்படவில்லை என்பதையும் காட்டுகிறது (Allen, 1938).

இதற்கொப்பான பல பரிசோதனைகள் யூரோடீல்களிலும் நிகழ்த்தப்படுகின்றன. இந்தப் பரிசோதனைகளுக்கு மிகவும் பொருத்தமான சாதகமான விலங்கு ஆம்பிலிஸ்டோமா மெக்ஸி

கானம் ஆக்ஸோலாட்டல் (amblystoma mexicanum axolotl) ஆகும். இந்த லார்வா சாதாரண சூழ்நிலைகளில் ஒரு பொழுதும் வளர் உருமாற்றமடைவதில்லை. ஆனால் தைராய்டு பதனிடுமுறைகளால் இவைகளை வளர்உருமாற்றமடையும்படி தூண்டப்படலாம் (Marx, 1935).

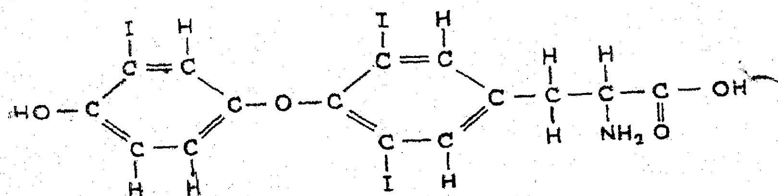
தைராய்டு சுரப்பிகளினால் துரிதப்படும் செயல்கள் மேலே குறிக்கப்பட்டதுபோல் பல்வேறு வழிகளில் விலங்கின் உடலினுள் புகுத்தப்படலாம். சாதாரணமாகத் தைராய்டு ஹார்மோன்கள் விலங்கிற்குச் சொந்தமான தைராய்டு சுரப்பியிலிருந்து வெளிப்படுகிறது. அதே நிகழ்ச்சி பின்வரும் முறைகளினாலும் தோற்றுவிக்கப்படலாம். 1. உயிருள்ள தைராய்டு சுரப்பித் துண்டுகளை மாற்றிப் பதித்தல், 2. தைராய்டு சுரப்பிகளை உண்ணும்படி செய்தல், 3 தைராய்டு சுரப்பிகளிலிருந்து பிழிந்தெடுத்த வடிநீரை அவைகளின் உடலினுள் செலுத்தல், 4. தைராய்டு சுரப்பிகளிலிருந்து கரையக்கூடிய வடிபொருள்களைத் தண்ணீரில் கரைத்து அவைகளை இந்த நீரில் வைத்திருத்தல் ஆகிய நான்கு முறைகளாகும். கடைசியில் குறிப்பிட்ட உண்மை தைராய்டு சுரப்பிகளின் பொருள் துரிதப்படுத்தும் ஒரு வேதியியல் பொருள் ஹார்மோன் என்பதைத் தெளிவாகக் காட்டுகிறது.

புதியதொரு தைராய்டு சுரப்பியிலிருந்து உப்பு நீரில் பிழிந்தெடுத்த கார் தைரோகுளோபுலின் (thyroglobulin) என்ற புரதத்தைக் கொண்டிருக்கிறது. இந்தத் தைரோகுளோபுலின் தைராய்டு சுரப்பியின் வேலைகளைத் தன்னிடத்தே தங்கவைத்துக் கொள்கிறது. தைரோகுளோபுலின் முக்கியமான குணதிசயம் அயோடினைக்கொண்டிருப்பதாகும். தைராய்டு ஹார்மோன் வேலை செய்வதற்கு இந்த அயோடின் (iodine) மிகவும் முக்கியம் வாய்ந்ததாக இருக்கிறது. தைரோகுளோபுலின் மூலக்கூறுவின் மூலக்கூறு எடைமானம் 675000 ஆக இருக்கிறது. ஆகவே, தைரோகுளோபுலின் மூலக்கூறுகள் மிகப்பெரியன. இந்தத் தைரோகுளோபுலின் அப்படியே செல்லமைப்புடைய சவ்வின் வழியாக ஊடுறுவிச்செல்வது நிகழக்கூடியதாக இல்லை. தைரோகுளோபுலின் தைராய்டு சுரப்பியிலிருந்து வெளியே செல்ல வேண்டுமானால் உண்மையில் செல்ச்சவ்வின் வழியே ஊடுருவிச் செல்லவேண்டும். அதோடு நில்லாமல் தைராய்டு (treatment) செயலுக்கு எதிர்ச்செயல் விளைவுகளைத்தோற்றுவிக்கும் செல்களுக்கும் ஊடுருவல் முறையிலேயே அவைகள் செல்லவேண்டும்.

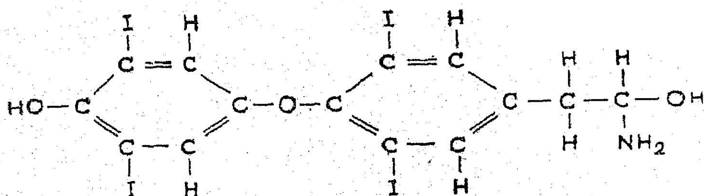
தைரோகுளோபுலின் சுறுசுறுப்பான செயல்நிலையை அடைய வேண்டுமானால் அயோடினை உள்ளடக்கியுள்ள கூட்டுப்பொருள்கள் அவற்றின் தொடர்புகளிலிருந்து விடுவிக்கப்பட்டு தைரோ

குளோபுலினை அடையவேண்டும். இவ் வழியில் குறைந்த மூலக் கூறுஎடைமானமுடைய (molecular weight) பல கூட்டுப் பொருள்கள் விடுவிக்கப்படுகின்றன. வேதியியல் அமைப்பில் இந்தக் கூட்டுப்பொருள்கள் எல்லாம் டைரோசின் (tyrosine) அமினோஅமில மூலக்கூற்றின் இணைப்புகளாகவே (combinations) இருக்கின்றன. இவைகள் ஒன்று அல்லது ஒன்றுக்கு மேற்பட்ட பல அயோடின் அணுக்களைக் (atoms) கொண்டிருக்கின்றன. அவற்றில் மிக முக்கியமானவைகள் டிரை-அயோடோ-தைரோனைன் (tri-iddo-thyronine), தைராக்சின் (thyroxine) ஆகும். இந்த இரண்டு கூட்டுப்பொருள்களிலும் இரண்டு டைரோசின் மிகுதிப் பொருள்கள் (residue) ஒன்றாக இணைக்கப்பட்டிருக்கின்றன. இதனுடன் மூன்று (டிரை-அயோடா-தைரோனைன்) அல்லது நான்கு (தைராக்சின்) அயோடின் அணுக்கள் இணைக்கப்பட்டிருக்கின்றன. இந்தப் பொருள்களின் சூத்திரம் கீழே கொடுக்கப்பட்டுள்ளன.

டிரை-அயோடோ-தைரோனைன்
(Tri-Iodo-Thyronine)



தைராக்சின் (Thiroxine)



இந்த இரண்டு கூட்டுப்பொருள்களில் தைராக்சின் மிகமிக அதிகமான அளவில் தோற்றுவிக்கப்படுகிறது. ஆகவே, தைராய்டு சுரப்பியினால் விடுவிக்கப்படும் செயலெழுச்சியுடைய மூலப் பொருளாக இருக்கிறது. இருப்பினும் டிரை-அயோடோ-தைரோனைன் திசுக்களில் அதிகச் செயல்விளைவு ஏற்படுத்துகிறது.

நில நீர்வாழ்விகளில் அயோடின் மட்டும் வளர்உருமாற்றம் செய்கிறதா என்பதைப் பரிசோதித்ததில் சாதகமான முடிவுகள்

கிடைத்திருக்கின்றன. இந்தப் பரிசோதனைகளில் தவளைத் தலைப் பிரட்டைகளை அல்லது நியூட் லார்வாக்களை இரண்டில் ஏதேனும் ஒன்றை அயோடின் மூலகத்தையுடைய தண்ணீரில் வைப்பதினாலும் அல்லது அயோடினை உடலினுள் செலுத்துவதாலும் அல்லது அயோடின் படிகங்களை உடலினுள் பதிப்பதாலும் கிடைத்திருக்கின்றன. அயோடின் மூலகம் தைராய்டு சுரப்பி வெட்டியெடுக்கப்பட்ட ஆக்ஸோலாட்டில்களிலும்கூட (axolotl) வளர்உருமாற்றம் நிகழும்படி செய்தது. ஆகவே விலங்கினுடைய சொந்தமான தைராய்டு சுரப்பி அதிக அளவு தைராய்டு ஹார்மோன்களைத் தோற்றுவிப்பதன் மூலமாக அல்லாமல் அயோடின் மூலகம் நேரடியாகவே செயல்பட்டிருக்கவேண்டும் என்பது புலனாகிறது. இதற்கு மாறாக அயோடின் அணுவின் செயல்ப் படிநிலை எந்த விதமான அமினோ அமிலத்துடன் அயோடின் பிணைக்கப்பட்டிருக்கிறது என்பதைப் பொறுத்து செயல்விளைவுகள் பெரிதும் பாதிக்கப்படுவதாகத் தோன்றுகிறது. இந்தநிலை டை-அயோடா-டைரோசின் தைராக்சின் (di-iodo-tyrosine thyroxine) ஆகிய இரண்டு அமினோ அமிலங்களின் செயல்விளைவுகளை ஒப்பிடும்பொழுது தெளிவாகக் காட்டப்படுகிறது. ஒவ்வொரு அமினோ அமிலத் திரவத்திலும் தனித்தனியாக தலைப்பிரட்டைகளை வைக்கும்பொழுது தைராக்சின் மூலத்தின் பகுதியாக அமைந்திருக்கும் அதே அளவான அயோடின் டை-அயோடோடைரோசின் மூலத்தின் பகுதியாக எடுத்துக்கொள்ளப்பட்டு அதனால் ஏற்படும் விளைவுகளை முந்நூறு மடங்கு அதிகச் செயலெழுச்சியுடையதாக இருக்கிறது என்று காணப்பட்டது. டிரை-அயோடோதைரோசினைனின் (tri-iodo-thyronine) செயல்கள் தைராக்சினைவிட மூன்று அல்லது நான்கு மடங்கு அதிகமாயுள்ளது.

தைராய்டு சுரப்பி என்ற ஒன்றே ஒன்றுதான் தவளைகளின் வளர்உருமாற்றத்தைத் தோற்றுவிப்பதில் ஈடுபட்டிருக்கிறது என்று கொள்வதற்கில்லை. ஹைபோஃபைசிஸ் என்ற பகுதியும் கூட மிக முக்கியமானதொன்று என்று கண்டுபிடிக்கப்பட்டிருக்கிறது. தவளைத் தலைப்பிரட்டைகளில் ஹைப்போஃபைசிஸ் (hypophysis) அழிக்கப்பட்டாலோ (Adler, 1914) அல்லது காலம் கடந்த வளர்கருவின் ஹைப்போஃபைசிஸ் மொட்டை வெட்டி எடுத்தாலோ (படம் 73 ஆ) அதனுடைய தைராய்டு சுரப்பிகள் வெட்டியெடுக்கப்பட்டிருப்பதைப்போல அந்தத் தலைப்பிரட்டைகள் வளர்உருமாற்றம் பெறுவதில்லை. ஹைப்போஃபைசிஸ் மொட்டு வெட்டி எடுக்கப்படுவதால் ஏற்பட்ட குறைபாட்டைப் பின் தங்கியநிலையில் வளர்உருமாற்றம் அடைந்த தவளையிலிருந்தோ அல்லது முதிர்ந்த (adult) தவளையிலிருந்தோ ஒரு சிறு ஹைப்போஃபைசிஸ் துண்டை வெட்டியெடுத்துப் பதிப்ப

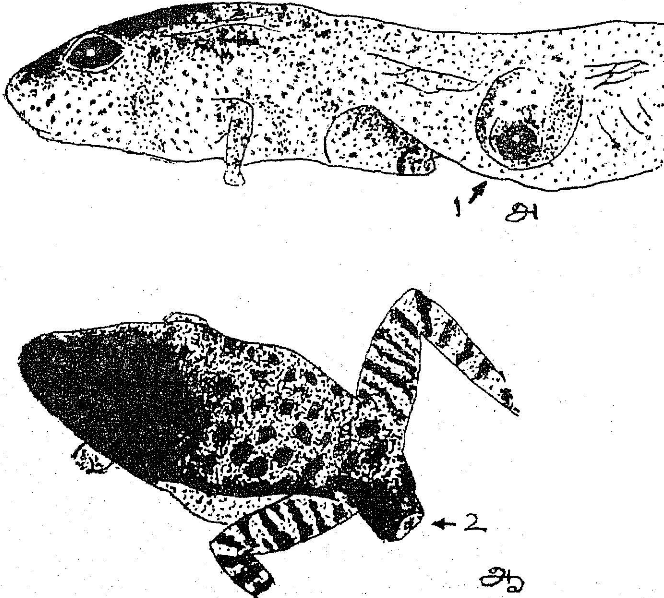
திஞல் (Implanted) இழப்பு சரிகட்டப்படலாம். ஆஞல், அந்த விலங்கின் தைராய்டு சுரப்பி சரியானதொரு நிலையிருந்தால் தான் இழப்பு சரிகட்டப்படும். ஆஞல், அது தைராய்டு சுரப்பி வெட்டியெடுக்கப்பட்டிருக்குமாஞல் எந்த அளவு ஹைப்போஃபைஸிஸ் திசுக்கள் பதிக்கப்பட்டாலும் வளர்உருமாற்றத்தைத் தூண்டுவதாக இல்லை. இப் பரிசோதனைகளிலிருந்து ஹைப்போஃபைசிஸ் திசுக்களின்மேல் நேரடியாகச் செயல்படுவதில்லை ஆஞல், தைராய்டு சுரப்பிகளைத் தூண்டும் வழிகளில் செயல் படுகிறது. உண்மையில் ஹைப்போஃபைசிஸ் வெட்டி எடுக்கப் பட்ட விலங்கின் தைராய்டு சுரப்பி முழு வளர்ச்சியடைவ தில்லை. மேலும் அந்தத் தைராய்டு சுரப்பிகள் அதனுடைய சுரப்பிச் செல்களின் பைகளில் (follicle) தைராய்டு ஹார்மோன் களை கொல்லாய்டு உருவில் சேமித்து வைப்பதில்லை. சுறுசுறுப் புள்ள ஹைப்போஃபைசிஸ்களை மாற்றிப் பொருத்தும் முறை ஆக்சோலாட்டில் லார்வாவில் வளர்உருமாற்றத்தைத் தூண்டு வதற்குப் பயன்படுத்தலாம்.

தைராய்டு சுரப்பியை எழுச்சியுறும்படிச் செய்வதற்குத் தேவையான காரணகாரியப் பொருள் ஹைப்போஃபைசிஸின் முன் முடிப்பிலிருந்து (anterior lobe) தோற்றுவிக்கப்படுகிறது. தைரோடிரோபிக் ஹார்மோன் (thyrotropic hormone) என்ற வடிவில் அப் பொருள் பிரித்தெடுக்கப்பட்டிருக்கிறது.

லார்வா நிலையிலிருக்கும் நீர் நிலவாழ்வனவற்றின் ஹைப்போஃபைசிஸ் தைரோடிரோபிக் ஹார்மோனை (thyrotropic hormone) சாதாரண வளர்உருமாற்றம் நிகழும் காலம்வரை தோற்றுவிப்பதில்லை. இந்தக் கருத்து பின்வரும் பரிசோதனை யால் நிரூபிக்கப்பட்டிருக்கிறது. பல்வேறு வயதிலிருக்கும் தலைப் பிரட்டைகளிலிருந்து ஹைப்போஃபைசிஸ் வெட்டி எடுக்கப்பட்டு மேலும் அந்த ஹைப்போஃபைசிஸ்களை முன்னமேயே ஹைப் போஃபைசிஸ்களை வெட்டியெடுக்கப்பட்டிருக்கும் தலைப்பிரட்டை உடலினுள் மாற்றியமைப்பதால் நிரூபிக்கப்பட்டிருக்கிறது. இதன் விளைவாக ஹைப்போஃபைசிஸ்கள் தலைப்பிரட்டை வளர் உருமாற்ற நிலையிலிருக்கும்பொழுது எடுக்கப்பட்டிருந்தாலும் அல்லது வளர்உருமாற்றம் முடிவுற்ற முதிர்ந்த தவளைகளிலிருந்து எடுக்கப்பட்டிருந்தாலும் அந்த விலங்கின் சொந்தமான ஹைப் போஃபைசிஸ் இழப்பு சரிக்கட்டப்படுகிறது. மேலும் தலைப் பிரட்டையின் வளர்உருமாற்றத்தன்மை இழப்பை மீட்டுக் கொடுக்கிறது. இந்த ஹைப்போஃபைசிஸ்கள் இளநிலைகளிலிருந்து எடுக்கப்பட்டிருந்தால் முந்தியதைப்போல் அவ்வளவு நற்பயன் அளிப்பதாக இல்லை.

நீர்நில வாழ்வனவற்றின் வளர்உருமாற்றத்தில் திசுக்களின் எதிர்விளைவுகள் (Tissue Reactivity in Amphibian Metamorphosis): நீர்நில வாழ்விகளின் வளர்உருமாற்றத்தில் வெவ்வேறு திசுக்களில் ஒரே சூழ்நிலையில் அதாவது தைராய்டு ஹார்மோன் இருத்தலுக்கு வெவ்வேறு இயல்பினதான எதிர்ச்செயல்விளைவுகள் ஏற்படும் பண்பு மிகவும் ஆவலைக்கிளப்புவனவற்றுள் ஒன்றாகும். இந்த நிலையிலும் சில திசுக்கள் உதாரணமாக வால், செவுள்கள் ஹார்மோன்களின் செயல்விளைவால் எலும்புடன்கூடிய இழைமம் அழுகி விடுகிறது (necrotic). மற்றவைகள் (உ.ம். கைகள்) அதிகஅளவு வளர்ச்சியுற்றும் முற்போக்கான வேறுபாடடைதலைப் பெற்றும் ஹார்மோன்களுக்கு எதிர்ச்செயல் விளைவுபடுகிறது. எதிர்ச்செயல் விளைவின் பண்புகள் கேள்விக்கிலக்காகியிருக்கும் பகுதிகளின் இருப்பிடத்தைப் பொறுத்திருக்கவில்லை. அல்லது செயலெழுச்சிப் பொருள்களின் ஒரே சீரற்ற பங்கீடுமுறைகளையும் சார்ந்திருக்கவில்லை. ஆனால், எதிர்ச்செயல்படும் பகுதிகளின் இயல்புகள் தனித்தன்மையைச் சார்ந்திருக்கின்றன. தலைப்பிரட்டையின் வால்பகுதிகள் ஓம்புயிர் விலங்கின் (host) மார்புப் பகுதியில் மாற்றிப்பொருத்தினால் (transplanted) ஓம்புயிர் விலங்கின் வாலுடன் சேர்ந்து ஒட்டப்பட்ட பகுதிகளும் வளர்உருமாற்றம் அடைகின்றன. பின் மீண்டும் உறிஞ்சப்பட்டு உள் வாங்கப்பட்டுவிடுகின்றன. இதற்கு மாறாக வளர்உருமாற்றத்திற்குமுன் ஒரு தலைப்பிரட்டையின் வால்பகுதியில் ஓர் விழியை மாற்றி ஒட்டினால் விழி வலிமையாக இருக்கிறது. ஆனால், இந்த நேரங்களில் விழியைச் சூழ்ந்துகொண்டிருப்பவைகளும் அதன் கீழுள்ள திசுக்களின் இழைமமும் அழுகுகின்றன. வால் சுருங்குவதால் கண் மார்புப்பகுதியின் அண்மைக்குக் கொண்டு வரப்பட்டு வால் முழுமையாக மறைந்தவுடன் மார்பின் பின் கோடி முனையுடன் கண் இணைந்து விடுகிறது (படம் 74). ஷ்வின்ட் (Schwind, 1933)என்பாரின் அதே பரிசோதனைகள் தன்னிகழ்வாகத் தைராய்டு சுரப்பியின் தூண்டல் இரத்த ஓட்ட மண்டலத்தின் வழியாகஎடுத்துச்செல்லப்பட்டு விடுகிறது. இந்த ஒரே வழியில்தான் தைராய்டு சுரப்பியின் தூண்டல் தான் அமைந்திருக்கும் உண்மையான இடத்திற்குத் தொடர்பில்லாமல் எந்த ஒரு பகுதியையும் அடையமுடியும். ஹார்மோன் என்ற பதத்தைக் குறுகிய எண்ணத்தோடு நோக்கினால் தைராய்டு சுரப்பியினால் சுரக்கப்படும் பொருள் ஒரு ஹார்மோன்தான். தைராய்டு ஹார்மோன்களின் செயல்விளைவுகளால் திசுக்களுக்கு என்ன நேரிடுகிறது என்பது திசுக்களின் எதிர்ச்செயல்படும் குணதிசயங்களைப் பொறுத்தே நிர்ணயிக்கப்படுகிறது. இதை இதற்கு முன்பே இசைவாற்றல் (competence) என்றழைக்கிறார்கள். திசுக்கள்

தைராய்டு ஹார்மோன்களுக்கு எதிர்ச்செயல்படும் இசைவாற்றல் திசுவியல் வழிமாறுபாடடைதலை நேரடியாகச் சார்ந்திருக்கவில்லை. உதாரணமாக தலைப்பிரட்டைகளில் வால்பகுதி தசைத் துண்டுகள் அல்லது மையோடோம்கள் (myotomes) மாறுபாடடையும் காலங்களில் மீண்டும் உறிஞ்சப்படுகின்றது. ஆனால், மார்பக மையோடோம்கள் அதேபோல் பாதிக்கப்படுவதில்லை.



படம் 74.

1. வளர் உருமாற்றம் அடையும் தலைப்பிரட்டை வாலில், கண் மாற்றி ஒட்டப்பட்டிருக்கிறது.
2. வளர் உருமாற்றம் அடைந்த தவளைக்குஞ்சு, வால் மறைந்து விட்டது. கண் இடுப்படியில் தக்கவைத்துக்கொள்ளப் படுகிறது.
 1. வாலிலுள்ள கண் 2. இடுப்படிக் கண்.

மேலும், உடலின் வெவ்வேறு பகுதிகள் (முன்னேற்றமான அல்லது பின்னேற்றமான, அல்லது இரண்டில் எந்தவொரு வளர்ச்சியாக இருந்தாலும்) ஒரே அளவான தைராய்டு ஹார்மோனுக்கு ஒரே அளவான, சமமான, எதிர்ச்செயல்விளைவு உணர்ச்சிகள் காணப்படுவதில்லை. மிகக் குறைந்த அளவு ஹார்மோன்கள் தவளைத் தலைப்பிரட்டைக்குக் கொடுத்தால் வளர்ச்சி துரிதப்படுத்தப்படுகிறது. பின்கால்களின் மாறுபாடடைதல் துரிதப்படுகிறது; குடல் குறுக்கப்படுகிறது. இதற்கு மேற்பட்ட

வளர் செய்முறைகள் செயல்படத் தொடங்காமலிருக்கலாம், அல்லது மிக நீண்டநேரப் பதனிடுதல் (treatment) நடைபெற்ற பின் தோன்றலாம். தைராய்டு ஹார்மோனை ஒரு முறை கொடுக்க வேண்டிய அளவிற்கு (dose) அதிகமாகக் கொடுத்தால் முன்கால்கள், அதனுடைய சூழ்உறையைக் கிழித்துக் கொண்டு வருவது துரிதப்படுத்தப்படுகிறது. இதைவிட அதிக அளவு ஹார்மோன், வால் முழுவதையும் மீண்டும் உறிஞ்சப்படுவதற்குத் தேவைப்படுகிறது. உண்மையாக, ஒவ்வொரு பகுதிக்கும் ஏதோ ஒரு வகையான தொடக்க எல்லை அல்லது உறுதாழ்மட்ட (threshhold) மதிப்புகளைஎதிர்செயல் விளைவு தோன்றுவதற்குமுன் அடைய வேண்டியதாக இருக்கிறது. வாலின் வெவ்வேறு பகுதிகள் வெவ்வேறான தொடக்கநிலை மதிப்புகளை (threshhold values) வைத்திருக்கிறது. வாலின் நுனிப்பகுதி உடலின் அருகிலுள்ள வால்ப்பகுதியை விட உடனடி எதிர்ச்செயல் விளைவுபடுகிறது. பொதுவாக தைராய்டு ஹார்மோனின் தூண்டலுக்கு உடனடி எதிர்விளைவு காட்டும் உயிரினத்தின் பண்பின் அளவு வளர்உருமாற்ற மாற்றங்கள் சாதாரண வளர்ச்சியில், எந்த வரிசைக்கிரமத்தில் செல்கிறதோ அதில் எதிரொலிக்கிறது. குறைந்த தொடக்க எல்லையுடைய (உதாரணமாக கால்கள் வளர்வதால்) எதிர் விளைவுபடுதல் பகுதிகள் அதிக அளவு தொடக்க எல்லை (வால் குறுக்கப்படுவதால் எதிர்விளைவுறுதல்) மதிப்பை வைத்திருக்கும் பகுதிகளுக்கு முன்பே எதிர்ச்செயலைத் தோற்றுவிக்கின்றன (Willier, Weiss and Hamburger, 1955; Ameloos, 1956).

ஒரு முறை கொடுக்கவேண்டிய (dose) தைராய்டு ஹார் மோனின் அளவை மிகவும் அதிகப்படுத்தி இளம் தலைப்பிரட்டைகளுக்குக் கொடுக்கப்படும்பொழுது எல்லாச் செயல்முறைகளும் ஏககாலத்தில் அல்லது உடனடியாகத்தோன்றிச் சாதாரண வரிசைக்கிரமமான நிகழ்ச்சிகள் ஆரம்பிக்கப்பட்டு அழிவுச்செயல் முறைகள் ஆக்கச் செயல்முறைகளைவிட வேகமாக முன்னேறிச் செல்லமுடிகிறது. அதாவது (முன்கால்கள்) முன்பக்க உறுப்புகள் மாறுபாடடைவதற்கு முன்பே உறையைக் கிழித்துக்கொண்டு வெளிப்படுகிறது. கால்கள் இடப்பெயர்ச்சிச் செயலை எடுத்துக் கொள்ளும் அளவிற்குத் தகுந்த வளர்ச்சியை அடைவதற்கு முன்பே வால் குறுக்கமுறுகிறது. முடிவு, விலங்கு இறப்பதாக இருக்கிறது.

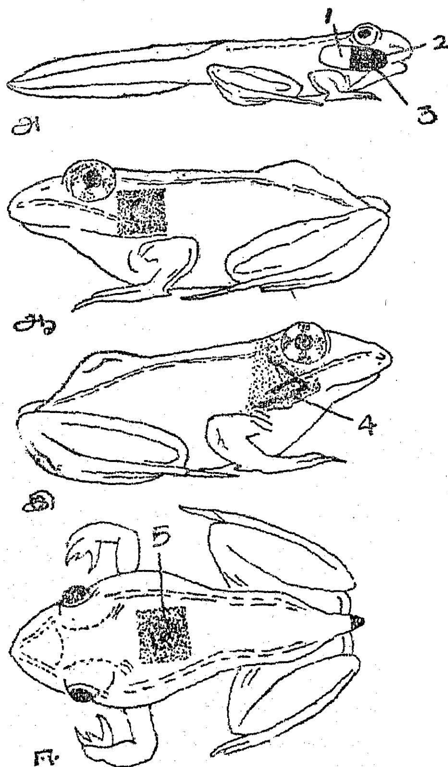
யூரோடீல்களின் கண்களின் பிதுக்கம்தான் எதிர்ச்செயல் விளைவுபோலத் தோன்றுகிறது. இந்த எதிர்ச்செயல்விளைவு மிகவும் பலமற்ற தைராய்டு ஹார்மோனினால் வருவிக்கப்படுகிறது. இதைத்தொடர்ந்து கிட்டத்தட்ட ஒரே காலத்தில்

நிகழ்கிற செயல்களான துடுப்புமடிப்பின் (finfold) குறுக்கமும், புறச் செவுள்களின் குறுக்கமும் அதன் மறைவும் நிகழ்கின்றன. செவுள் பிளவுகள் மூடப்படுவதும், தோலின் தன்மை மாற்ற மடைவதும் அதிஉன்னதத் தூண்டுதலினால் தோன்றுகிறது. இதைத் தொடர்ந்து சாதாரண வளர்ச்சியின் போக்கில் முழு மையான வளர்உருமாற்றத்தை வழிநடத்திச்செல்கிறது. வளர் உருமாற்றத்தின் இளநிலைகளும் புறச் செவுள்களின் குறுக்கமும், ஓரளவு மறிநிலை (reversible) அடையக்கூடியதாக இருக்கின்றன. தைராய்டு பதனிடுதல் நிறுத்தப்பட்டால் செவுள்கள் மீண்டும் ஏதோ ஓரளவுவரை நீள்வுறலாம்.

நீர்நில வாழ்வனவற்றின் வளர்உருமாற்ற காலத்தில் தூண்டியக்கச் செயல்முறைகள் (Process Induction During Amphibian Metamorphosis) : பொதுவிதியாக வளர்உருமாற்றச் செயல் முறைகள் தைராய்டு ஹார்மோன் ஒவ்வொரு திசுவையும் அடைவதால் தோன்றும் நேரடி எதிர்ச்செயலாக இருந்தபோதிலும் அங்கே சில குறிப்பிடத்தக்க விதிவிலக்குகளும் இருக்கின்றன. தலைப் பிரட்டையின் வாலை மூடிக்கொண்டிருக்கும் தோல் சாதாரண வளர்உருமாற்றத்தில் உடற்பகுதி இழைம அழுகல் ஏற்படுகிறது. இந்தத் தோல் அதனடியிலிருக்கும் தசைப் பகுதிகள் ஒட்டிக் கொள்ளாமலிருந்து மாற்றி ஒட்டப்படுமேயானால் வலிமையான நிலையிலேயே இருக்கிறது. அடிப்பகுதியிலிருக்கும் தசைப் பகுதிகளுடன் தோல் உடலின் எந்த ஒரு இடத்தின்மேல் மாற்றி ஒட்டப் பட்டாலும் இழைமப்பகுதி அழுகுகிறது. ஆகவே, மாற்றிப் பொருத்துதல் பரிசோதனைகளிலிருந்து தைராய்டு ஹார்மோன் நேரடிச்செயல்கள் தசைத்திசுக்களின்மேல் இருக்கிறது என்பது வெளியாகிறது. இதற்குமேல் இருக்கும் தோல் மீண்டும் உறிஞ்சப்படும் செயல்முறைகளில் துணைநிலையிலேயே சம்பந்தப் படுத்திக் கொள்கிறது.

தவளையின் செவிப்பறைச் சவ்வின் வளர்ச்சியில் மிகவும் சிக்கலானதொருநிலை காணப்படுகிறது. நடுக்காது அதனுடைய குழியுடன் யூஸ்டேஷியன் (eustachian) குழாயின் வழியாகத் தொண்டையுடன் இணைக்கப்பட்டிருக்கிறது. இந்தவுறுப்புகள் வளர்உருமாற்றகாலத்தில் முற்போக்கு நிலையை நோக்கி வளர்கின்றன. செவிப்பறைச்சவ்வு முதலில் வளர்உருமாற்றம் முடிவுறு காலமுடிவில் வேறுபாடடைந்துவிடுகிறது. இது தவளைகளில் குருத்தெலும்பு வளையத்தால் ஆதாரப்படுத்தப்பட்டிருக்கிறது. இதைச் செவிப்பறைக் குருத்தெலும்பு (tympanic cartilage) என்று அழைக்கிறார்கள். இந்தக் குருத்தெலும்பு குவாட்டிரேட் குருத்

தெலும்பின் (quadrate eartilage) பின்முனை விளிம்பிலிருந்து தோன்றும் வெளிவளர்ச்சியாகும். பின்தங்கிய காலத்தில் செவிப்



படம் 75.

செவிப்பறைச் சவ்வு, செவிப்பறைக் குருத்தெலும்பைச் சார்ந்தே வளர்கிறது என்பதைக் காட்டுகிறது.

அ. வெட்டப்படும் நிலை.

1. வெட்டி மடிக்கப்பட்ட தோல், 2. தோலை வெட்டி மடித்து செவிப்பறைக் குருத்தெலும்பு வெளிக்காட்டப்படுகிறது, 3. செவிப்பறைச் சவ்வு, 4. வெட்டுண்ட இடத்தின் தழும்பு, 5. புதிதாகத் தோன்றிய செவிப்பறைச் சவ்வு.

ஆ. சாதாரண செவிப்பறைச்சவ்வு, வெட்டி நீக்கப்படாத பாகத்தில் தோன்றுகிறது.

இ. செவிப்பறைக் குருத்தெலும்பு நீக்கப்பட்ட பின் செவிப்பறைச் சவ்வு தோன்றுவதில்லை.

ஈ. முதுகுப் புறத்தில் தோலுக்கடியில் செவிப்பறைக் குருத்தெலும்பு மாற்றிப் பொருத்தப்பட்ட பின், ஒட்டப்பட்ட இடத்திலுள்ள மேல்தோலிலிருந்து செவிப் பறைச் சவ்வு தோன்றுகிறது.

பறைச் சவ்வின் தோற்றத்தில் பங்குகொள்ளும் தோல் முதனிலையில் எஞ்சிய உடலை மூடிக்கொண்டிருக்கும் தோலிலிருந்து

சிறிதளவும் வேறுபட்டதல்ல. வளர்உருமாற்றம் நடைபெறும் காலங்களில் செவிப்பறைச்சவ்வு தோன்றுகின்ற பரப்பளவிலுள்ள தோலின் இணைப்புத்திசு அடுக்கு (connective tissue) மீண்டும் ஒழுங்கமைவு செய்யப்படுகிறது (reorganised). ஸ்டிரேட்டம் காம் பாக்டம் (stratum-compactum) என்ற மூலப்படிவ அடுக்கு நாரி ழைகள் ஃபாகோசைட்டுகள் (phagocytes) பங்குகொள்வதால் உடைக்கப்படுகிறது. அதனுடைய இடத்தில் முற்றிலும் புது மையான சிறிதளவு மெல்லிய நாரிழை அடுக்கு வளர்கிறது. முழுமையாக வேறுபாடடைந்த செவிப்பறைச் சவ்வின் தோல் சாதாரணத்தோலின் தடிப்பில் பாதியளவுக்குக் குறைவான தடிப்புடைய தோலாக இருக்கிறது. ஆனால், மூலப்படிவ தோலை விட மிகவும் இறுக்கமாக இருக்கிறது. இந்தத் தோல் அதனு டைய வண்ண அமைப்பிலும் (pigmentation) மாறுபடுகின்றது.

செவிப்பறைச் சவ்வின் வேறுபாடடைதல் தைராய்டு ஹார் மோனின் நேரிடைச் செயலாக இல்லை என்று கண்டுபிடிக்கப் பட்டிருக்கிறது. ஆனால், அது செவிப்பறைக் குருத்தெலும்பால் தூண்டப்படுகிறது (Helff, 1928). செவிப்பறைக் குருத்தெலும்பு வளர்உருமாற்றத்திற்கு முன் நீக்கப்பட்டுவிட்டால் செவிப் பறைச் சவ்வு வளர்ச்சியுறுவதில்லை. செவித்திணை நிலைப்பரப்பு (region) எல்லை, பக்கவாட்டுப் பகுதியிலிருந்து, அல்லது முதுகுப் புறத்திலிருந்து எடுத்த தோலினால் மூடப்பட்டால், அந்தத் தோல் ஒரு செவிப்பறைச் சவ்வாக வளர்கிறது. முடிவில் செவிப்பறைக் குருத்தெலும்பு பக்கவாட்டுத் தோலுக்கடியில் புகுத்தப்பட்டா லும் அல்லது வளர்உருமாற்றத்தை நெருங்கிக் கொண்டிருக்கும் தலைப்பிரட்டையின் முதுகுப்புறத்தில் உட்செலுத்தப்பட்டாலும், அதைச் சூழ்ந்துள்ள தோல் செவிப்பறைச் சவ்வாக வேறுபாட டைகிறது (படம் 75).

நாம் செவிப்பறைச்சவ்வு மாறுபாடடைவதற்குமுன் நடை பெறும் சிக்கலான சங்கிலித் தொடர்பான எதிரெதிர்ச்செயல் விளைவுகளை வரிசைப்படுத்திக் கூறமுடியும். முதல்படி நிலையில் ஹைப்போஃபைஸின் மொட்டு உருப்பெறுகிறது. ஹைப்போசிஸ் வாய் உள்வளர்ச்சியுடன் தொடர்புகொண்டு வளர்கிறது. ஹைப்போஃபைசிஸ் இந்தக் காலங்களில் தைரோடிரோபிக் ஹார் மோனைச் சுரக்கிறது. இந்த ஹார்மோன் தைராய்டு சுரப்பியை எழுச்சியுறச்செய்கிறது. தைராய்டு சுரப்பி தைராய்டு ஹார் மோனை வெளிப்படுத்துகிறது. இது குவாட்டிரேட் எலும்பின் முனைப்பகுதிகள் மாறுபாடடைந்து செவிப்பறைக் குருத்தெலும் பாக மாற்றமடைவதற்குக் காரணமாக இருக்கிறது. முடிவில்,

செவிப்பறைக் குருத்தெலும்பு தோலைத் தூண்டியிக்கிச் செவிப் பறைச் சவ்வாக மாறுபாடடையும்படி செய்கிறது.

அறுகாலிகள் தோலுரித்தலும் வளர்உருமாற்றத்திற்கு அதன் உறவும் (Molting and Its Relation to Metamorphosis in Insects) : பூச்சிகளில் வளர்உருமாற்றத்தைப்பற்றி எண்ணும்பொழுது இந்த விலங்குகளில் வளர்உருமாற்றம் தனிச்சிறப்பு வாய்ந்த தோலு ரித்தல் வடிவத்திலேயே இருக்கிறது என்பதை மனதில் கொள்ள வேண்டும். குறிப்பிட்டகால இடைவெளிகளில் கழிக்கப்படும் தோலின் கியூட்டிகிள் (cuticle) வளர்ச்சியுடன் தோன்றுகிறது. ஏனென்றால் கியூட்டிகளினுடைய (cuticle) கடினமாகக் காழ்த்து எலும்பு ஆக்கப்பட்ட பகுதிகள் நீள முடிவதில்லை; அல்லது உடலில் வளர்ந்துகொண்டிருக்கும் கூட்டத்தைத் தன்னுள் அடக்கிக் கொள்ளும் அளவிற்கு நீள முடிவதில்லை. ஆகையால் கியூட்டிக் கிள் கழிக்கப்படுகிறது. அறுகாலிகளில் பெரும்பாலான புறப் பண்புகளின் விகிதம் கியூட்டிக்கிளின் காழ்த்து எலும்பாக்கப் பட்டிருக்கும் பாகங்களில் அங்கமாகக் கொள்ளப்பட்டிருக்கிறது. உடலிலுள்ள உறுப்புகளின் வடிவம், உருவளவு தோலின் புறப் பரப்பிலுள்ள முடிகள், முட்கள் கியூட்டிக்கிளின் புறப்பரப்பின் சிற்பவியல் வேலைப்பாடுகள் தோலின் வண்ணம் போன்ற ஆக்கப் பண்புகள் கியூட்டிக்கிளினுள் உள்ளடக்கப்பட்டிருக்கின்றன. தோலுரித்தல் செய்முறைகளில் இந்தப்பண்புகள் கழித்தெரியப் படும் கியூட்டிக்கிளுடன் இழக்கப்படுகின்றன. அறுகாலிகளின் கியூட்டிக்கிளின் புறத்தோற்றமாகக் காணப்படும் உறுப்புகளும், பண்புகளும் ஒவ்வொரு முறையும் தோலுரித்தபின் புதிதாகத் தோற்றுவிக்கப்படவேண்டும். புதிய கியூட்டிக்கிள் மேல் அடுக் கினால் சுரக்கப்படுகிறது. ஆகையால் ஒவ்வொரு தோலுரித்த லுக்குப்பின் தோன்றும் இந்த செல் அடுக்கு பூச்சியின் வெளிப் பண்புகளுக்கு நேரடித்தொடர்புடையது. தோலுரித்த பூச்சி முன்நிலையின் பெரிதாக்கப்பட்ட பிரதிநிதியாகவும் இருக்கலாம் அல்லது அது சில புதுப்பண்புகளையும் காட்டலாம்.

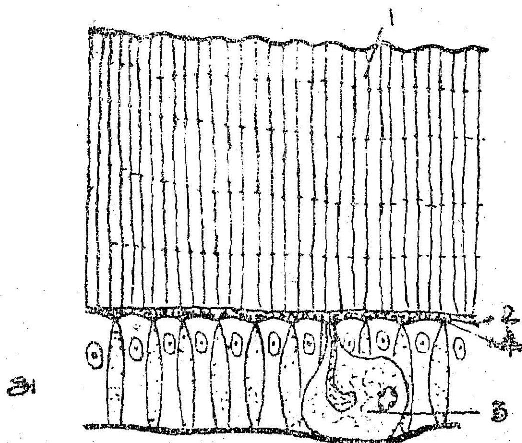
ஒவ்வொரு எடுத்துக்காட்டிலும் தோலுரித்தல் மிகவும் சிக்கலான செயல்முறையாகவே இருக்கிறது. இரண்டு தோல் உரித்தல் இடைக்காலத்தில் புறத்தோலடுக்குச் (epidermis) செல்கள் அமைதியாக இருக்கின்றன. அவைகள் கிட்டத்தட்ட தட்டை யாக இருக்கின்றன. இவற்றின் எபித்தீலிய அடுக்கு மெல்லியு தாக இருக்கலாம். புறத்தோலடுக்குச் செல்கள் கியூட்டிகிளின் உட்பரப்பில் மிக நெருக்கமாக ஒட்டிக்கொண்டிருக்கின்றன. இருப்பினும், ஒவ்வொரு தோலுரித்தலுக்கு முன்னும் புறத்தோல் அடுக்குச்செல்கள் செயலூக்கம் பெறுகின்றன. அவைகள்

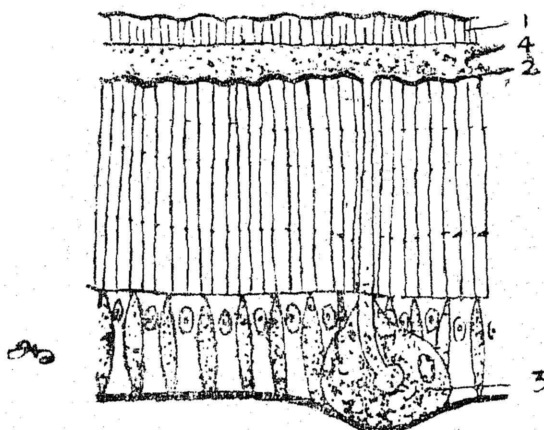
தங்களைக் கியூட்டிக்கிள் அடிப்பகுதியிலிருந்து விடுவித்துக்கொண்டு விடுகின்றன. மேலும் அவைகள் துரிதவளர்ச்சிப் படிநிலையினுள் செல்கின்றன. உயிர்மப்பொருள்களின் பெருக்கமும் நிகழ்கிறது. எண்ணற்ற மறைமுகப்பிரிவும் காணப்படுகிறது. [புறத்தோலடுக்குச் செல்களின் உயிர்மப்பொருள் பெருக்கம் (proliferation) காணப்படவில்லை] இருப்பினும், சைக்லோர்ராஃபே இரு சிறகுடையவைகளின் (cyclorraphe dipteran) லார்வாக்களில் லார்வா நிலைத்தோலுரித்தல் (larval moult) நிகழும் காலங்களில் லார்வா புறத்தோல் அடுக்குச் செல்கள் முட்டை நிலைக்கும் பியூப்பா நிலைக்கும் இடையில் பிளவுறுவதில்லை. ஆகவே, அவைகள் கழிக்கப்படுகின்றன. பின் இமாஜினல் [முதிர்பூச்சி (imago)] புறத்தோலடுக்கினல் மீட்டிருப்புச் செய்யப்படுகிறது.

மறைமுகப்பிரிவினுல் உண்டாக்கப்படும் புறத்தோலடுக்குச் செல்களின் எண்ணிக்கை, தேவைக்கு அதிகமாக இருக்கும். இந்த நிலையில், இந்தச் செல்களில் சில பிக்னோசிஸ் (pycnosis) வழியில் கீழ்நிலையை நோக்கிச் செல்கிறது. சில செல்கள் கீழ்நிலையை நோக்கிச் சென்ற போதிலும், புறத்தோலடுக்கு தடித்தேயிருக்கிறது. எஞ்சிய செல்கள் வரிசையாக அடுக்கப்பட்ட தூண் எபித்தீலியமாக ஆகின்றன. இந்தத் தூண் எபித்தீலியத்தின் வெளிப்பரப்பு (columnar epithelium) தோலுரித்ததிலிருந்து வெளிப்படும் விலங்கின் வடிவத்தை முன் நிழலிட்டுக்காட்டுகின்றது. தோலுரித்தலின் விளைவாக உடலில் எந்தெந்தப் பகுதிகளெல்லாம் அதிகரிக்கப்பட வேண்டுமோ, அந்தப் பகுதிகளெல்லாம் புறத்தோலடுக்கு (epidermis) பல மடிப்புடையதாக இருக்கிறது. இந்தப் பகுதி புறத்தோலடுக்கு, பூச்சி அதனுடைய பழைய தோலிலிருந்து வெளிப்பட்டபின், விரிந்து நீட்டப்படுகிறது. இந்த மடிப்புகள் சிறப்பாக எங்கெல்லாம் புதிய அல்லது மிகப் பெரிய அளவில் பெரிதாக்கப்பட்ட துணை உறுப்புகள் வளர்ச்சியுற இருக்கிறதோ, அங்கெல்லாம் மடிப்பு பெரிதாக இருக்கிறது (உதாரணமாக இறக்கைகள்).

புறத்தோலடுக்குச் செல்கள் இப்பொழுது அவைகளின் புறப்பரப்பில் ஒரு மெல்லிய அடுக்கு கடினமாக்கும் சுரப்புப் பொருளைத் தோற்றுவிக்கிறது. இந்தச் சுரப்புப் பொருள் புதிய கியூட்டிக்கிளின் புற எல்லை அடுக்காக ஆகிறது. இதைப் புறக்கியூட்டிக்கிள் (epicuticle) என்றழைக்கலாம். இது லீப்போபுரோட்டீன் இயல்பான ஒரு பொருளை வைத்திருக்கிறது. இதற்கு கியூட்டிக்கிளின் (cuticulin) என்று பெயர். தனிசிறப்புக் கொண்ட பிரத்தியோகமான தோலுரிக்கும் சுரப்பிகளால் உற்பத்தி செய்யப்பட்ட ஒரு

திரவம் புதிய புறக்கியூட்டிகிளிற்கும், பழைய கியூட்டிக்கிளின் உட்பரப்பெல்லைக்கும் இடையிலிருக்கும் வெற்றிடத்தில் கொட்டப்படுகிறது அல்லது நிரப்பப்படுகிறது (படம் 76). இந்தத் திரவம் நொதிகளை வைத்திருக்கிறது. இந்த நொதிகள் பழைய





படம் 76.

ஓர் அறுகாலி தோலுரித்தலின் இரண்டு படிநிலைகள்.

அ. பழைய கியூட்டிக்கிள், புறத்தோலடுக்கிலிருந்து பிரிக்கப்பட்டிருக்கிறது. புறத்தோலடுக்கு ஒரு மேற்புறக் கியூட்டிக்கிளை உண்டாக்கியிருக்கிறது. (epicuticle) (தடித்த கருமைக்கோடுகள்).

கியூட்டிக்கிளின் உள்ளடுக்குகளை செரிக்கிறது. செரித்தல் மிக மிகச் சிறிதளவு பழைய கியூட்டிக்கிள் எஞ்சியிருக்கும்வரை நடை பெறுகிறது. இந்தத் திரவம் பழைய கியூட்டிக்கிள் செரிக்கப்பட்டு சேர்க்கப்பட்ட பொருள்களுடன் பின் நிலையில் பூச்சியின் உடலினுள் மீண்டும் உறிஞ்சப்பட்டுவிடுகிறது. பழைய கியூட்டிக்கிள் செரிக்கப்பட்டிருக்கும் அதே சமயத்தில், புறத்தோலடுக்கு மேலும் பல அடுக்குகளை புதிய புறக்கியூட்டிக்கிளின் அடியில் தோற்றுவிக்கிறது. இதற்கு எக்ஸோகியூட்டிக்கிளின் (வெளி கியூட்டிக்கிள்) என்று பெயர். எக்ஸோகியூட்டிக்கிள் அதிக அளவு கியூட்டிக்குளின் என்ற வேதியியற் பொருளைக் கொண்டிருக்கிறது. மேலும் ஃபிஞேலிக் பொருள்களையும் (phenolic) வைத்திருக்கிறது. இந்த ஃபிஞேலிக் பொருள்கள் ஆக்ஸிகரணமடைந்து, கியூட்டிகிளின் கருமைத் துகள்களை உண்டாக்குகின்றன. இதன் விளைவாக, உள்கியூட்டிக்கிள் (endocuticle), புரதம் கைட்டின் (chitin) முதலியவற்றைக்கொண்டு உண்டாக்கப்படுகிறது. கைட்டின் ஒரு நைட்ரஜன் கொண்ட பாலிசாக்கரைடாக இருக்கிறது.

பழைய கியூட்டிக்கிள் மெல்லிய ஓடாகக் குறுக்கப்பட்டிருக்கும் பொழுது அது தலையின் முதுகுப்புறத்திலும் மார்புப்புறத்திலும் கிழிக்கப்படுகிறது. இந்தக் கிழிசலின் வழியே பூச்சி பழைய உறையிலிருந்து வெளியே ஊர்ந்து செல்கிறது. இந்த நிலையில் எந்த வழியிலும் புதிய கியூட்டிக்கிள் முழுமையாக்கப்படவில்லை. தோலுரித்தபின் கியூட்டிக்கிள் கடினமாகிறது. கண்ணிற்குப் புலப்படும் நிறமித்துகள்கள் கியூட்டிக்கிளிஞல் உண்டாக்கப்படுகின்றன. இவைகள் நிறமற்ற மூலப்பொருள்களிலிருந்து (precursors) உற்பத்தி செய்யப்படுகின்றன. மூலப்பொருள்கள் ஃபிஞலிக்பொருள்களாக (phenolic substances) இருக்கின்றன. எஞ்சிய உள்கியூட்டிக்கிளின் அடுக்குகள் புறத்தோலடுக்குச் செல்களிஞல் கியூட்டிக்கிளின் உட்பரப்பில் தோலுரித்தல் நிகழ்ந்த பின் பலநாள்கள் அல்லது பல வாரங்கள் வரை மேலிருத்தப் படுகிறது (deposited).

நீர் நில வாழ்வனவற்றின் வளர்உருமாற்றத்தின் சில மூலச் செயல்கள் சாதாரண பூச்சியில் தோலுரித்தலிலும் அமைந்திருக்கின்றன. (அந்தச் செயல்களாவன அழிவுச்செய்முறைகள்

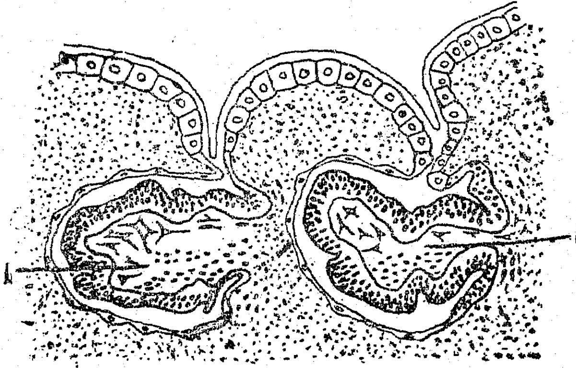
ஆ. பழைய கியூட்டிக்கிளின் அடித்தள அடுக்குகள் கரைந்துவிட்டன. அதன் கீழ் புதிய அகக்கியூட்டிக்கிளை (endocuticle), மேற்புறக் கியூட்டிக்கிளின் கீழ் உண்டாக்கியிருக்கிறது.

1. பழைய கியூட்டிக்கிள் 2. பழைய கியூட்டிக்கிளின் அடித்தள அடுக்குகள் 3. தோலுரிக்கும் சுரப்பிகள் 4. தோலுரிக்கும் திரவம்

பழைய கியூட்டிக்கிள் மீண்டும் உறிஞ்சப்படுதல் புறத்தோலடுக்குச் செல்களின் இழைமம் அழுகுவதும் ஆகும். மேலும் ஆக்கச்செய்முறைகளாவன மேல்தோல் செல்கள் மீண்டும் அடுக்கப்படல் புதிய கியூட்டிக்கிள் தோன்றுவதும் ஆகும். தோலுரித்தல் காலங்களில் தோற்றுவிக்கப்பட்ட உறுப்புகள் பழையனவற்றையாவது, புதியனவற்றையாவது இரண்டில் ஒன்றை ஒத்திருப்பது மேல்தோல் அடுக்கின் நிலையைச் சார்ந்தே இருக்கிறது. முதல் எடுத்துக்காட்டில் தோலுரித்தல் விலங்கின் வளர்ச்சிக்குச் சாதகமாக இருக்கிறது. இரண்டாவதில் படிப்படியாக முன்னேறிச் செல்லும் வளர்ச்சிக்கு இயல்பியல் முறையாக ஆகிறது. தோலுரித்தலுக்குப்பின் பெறப்பட்ட மாற்றங்கள் எண்ணுமளவிற்கு இருக்குமேயானால் முடிவு வளர்உருமாற்றமாக இருக்கிறது. முதல் நிலையில் சிறகற்ற பழைமையான பூச்சிகளில் (apterygota) முட்டையிலிருந்து வெளித்தோன்றும் இளம்பூச்சி அடிப்படைக்குணங்களில் முதிர்ந்ததையே ஒத்திருக்கிறது. ஆனால், அது உருவஅளவிலும் முதிர்ச்சியுற்ற இனவுறுப்புகளின் நிலையிலும் வேறுபடுகிறது. இந்தப் பூச்சிகளில் தோலுரித்தல் வளர்ச்சியை மட்டும் தோற்றுவிக்கின்றது. பால் முதிர்ச்சியின் தோற்றம் எந்த ஒரு வழியிலும் தோலுரித்தலுடன் தொடர்புடையதல்ல. உண்மையில் தோலுரித்தலும், வளர்ச்சியும் இனப்பெருக்கம் செய்யும் சக்தியைப் பெற்றபின்னும் தொடர்ந்து நடைபெற்றுக் கொண்டிருக்கின்றன.

எல்லாப் பூச்சிகளிலும் டெரிகோட்டாவின் (pterygota) [சிறகுடையது அல்லது துணை நிலையாக சிறகற்றவைகள்] தனிச்சிறப்ட வாய்ந்த முதிர்ப்படிநிலை (imaginal) இருக்கிறது. இந்தப்படி நிலையைத் தனித்தன்மை வாய்ந்த சில முதிர்நிலைத் தோலுரித்தல் நடைபெற்றபின் அடைகிறது. இந்தநிலை எய்தப்பட்டபின் இந்தப் பூச்சி ஒரு காலத்திலும் தோலுரிப்பதில்லை. துணை நிலையாகச் சிறகற்ற பூச்சிகளைத்தவிர மற்ற பூச்சிகளின் முதிர்ப்படி நிலையில் (imaginal stage) சிறகுகளைக்கொண்டு லார்வா படிநிலையிலிருந்து வேறுபடுகின்றது. இமாகோ (imago) அல்லது முதிர் பூச்சியும் கூட லார்வா படிநிலைகளிலிருந்து வேறுபடும்பொ... முழுமையான வளர்ச்சியுற்ற புறஇன உறுப்புகள் முழுவ... பெற்றுள்ளன (இனவுறுப்புகள் வளர்உருமாற்றம் நடை... முடிந்த சில காலங்கழித்துச் செயல்படும் நிலைக்கு வரல... மிகவும் பழைமையான முதிராப் பண்புடைய (primitive) சிற... பூச்சிகளில் சிறகுகள் படிப்படியாகத் தோன்றுகின்றன. ... கடந்த லார்வா படிநிலைகளில் கண்ணிற்குப் புலப்படும்படி... சிறகுகளின் மூலக்கருக் கூறுகள் (rudiments) இரண்டாவது, ...

வது மார்புக் கண்டங்களிலிருந்து தட்டையான வெளிவளர்ச்சி வடிவில் தோன்றுகின்றன. லார்வாவின் இந்த காலந்தாழ்ந்த படிநிலையை நிம்ஃப் படிநிலை (nymph) என்றழைக்கிறார்கள். இந்த மூலக்கருக்கூறுகள் பின்தொடர்ந்து வருகிற ஒவ்வொரு தோலுரித்தலிலும் விரிந்துகொண்டே செல்கிறது. ஆனால், கடைசி முதிர் தோலுரித்தலில் சிறகுகள் செயல்படும் நிலையை அடைகிறது (மேபூச்சிகளில் மட்டும் சிறகுடைய முதல்நிலை துணை முதிர் பூச்சியாக (sub-imago) மாற்றமடைவதற்குமுன் மீண்டும் தோலுரிக்கிறது). உடலின் மேற்புறப்பரப்பிலிருந்து சிறகின் மூலக்கருக்கூறுகள் வளர்ச்சியுற்றால் அந்தப் பூச்சிகள்



படம் 77

எறும்பு (பார்மிக்கா) முழு வளர்ச்சியுற்ற லார்வாவை வெட்டுத்தளம் முதிர்ந்த பூச்சியின் சிறகுத் தட்டுகள் வழியாகச் செல்லும்படி நீளவாக்கில் வெட்டப் பட்டு வெளிக்காட்டப்பட்டு இருக்கிறது.

1. முதிர்பூச்சியின் சிறகுத் தட்டுகள்

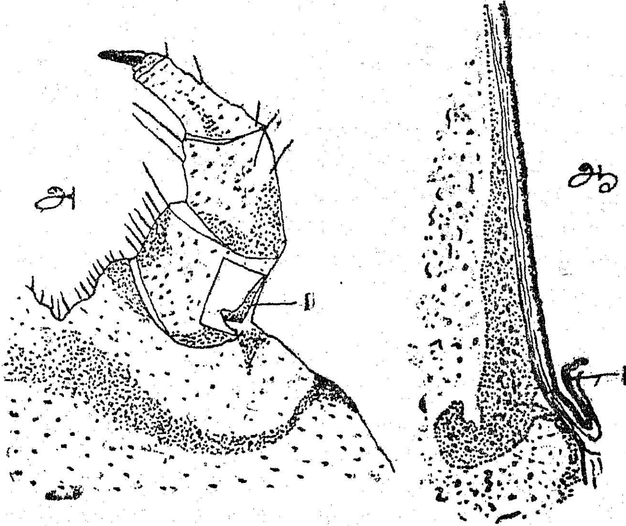
வெளிச்சிறகுடையவைகள் என்றழைக்கப்படுகின்றன (exopterygota). இந்தக்கணம் லோக்கஸ்டுகள் (locusts), கரப்பான் பூச்சிகள் (cockroaches), தட்டான் பூச்சிகள் (dragon flies), மேபூச்சிகள் (may flies), உறிஞ்சிப் பூச்சிகளையும் (bugs) மேலே கூறப்பட்டவைகளுக்குத் தொடர்புடைய இனத்தைச்சார்ந்த பூச்சிகளையும் தன்னகத்தே கொண்டுள்ளது. சிறப்புற்ற அறுகாலிகளின் வரிசைகளில் பெரும்பாலானவற்றில் சிறகுகள் உடலின் உட்புறத்திலேயே வளர்ச்சியுறுகின்றன. இவைகள் லார்வா படிநிலைகளின் பொழுது புறத்தோல் அடுக்கின் உள்மடிப்புகளின் ஆழமான பைகளில் (infoldingse) மடிக்கப்பட்ட துணையுறுப்புகளாக (appendages) மறைத்து வைக்கப்பட்டிருக்கின்றன (படம் 77). இந்தச் சிறகு மூலக்கருக்கூறுகளை மூடிக்கொண்டிருக்கும் மேல்

தோல் கருநிலைப்பண்புகளை லார்வா வாழ்க்கை முழுதும் தன்னிடத்தே இருக்குமாறு தங்கவைத்துக் கொள்கிறது. இவ்வாறு இருந்தபோதிலும் இந்த மூலக்கூறுகள் மெதுவாகத் தொடர்ந்து வளர்ந்துகொண்டேயிருக்கின்றன. அவைகளுடைய புறத் தோலடுக்கு லார்வாவின் புறக்கியூட்டிக்கிள் (external cuttcle) தோன்றுவதில் பங்குகொள்வதில்லை. இந்த மடித்துவைக்கப் பட்டிருக்கும் சிறகு மூலக்கருக்கூறுகள் வளர்ச்சி முடிவடையும் தருணத்தில் செயல்படத்தொடங்குகின்றன. லார்வா உடலின் புறப்பரப்பிற்கு அடியில் மறைத்து வைக்கப்பட்டிருக்கும் அது போன்ற மூலக்கருக் கூறுகள் முதிர்ந்தபடி நிலையில் முழு வேறு பாடடைதலைப் பெறுகின்றன. இந்த மூலக்கருக்கூறுகள் முதிர் நிலைத்தட்டுகள் (imaginal discs) என்று அழைக்கப்படுகின்றன. சிறகுகள் முதிர்நிலைத்தட்டுகளாக உடலின் உட்பகுதிகளில் வளர்ச்சிபெறும் பூச்சி இனங்களை உள் சிறகுடையவைகள் (endo-pterygota) என்றழைக்கிறார்கள். இந்தக்கணத்தில் காடிஸ் பூச்சிகள் (caddis flies), பீட்டில்ஸ் (beetles), ஈக்கள், தேனீக்கள் (bees) குழவிகள் (wasps), கொசுக்கள் (mosquitoes) முதலியவை களைத் தன்னகத்தே அடக்கிக்கொண்டிருக்கிறது.

முதிர்ந்த பூச்சியின் சிறகின் வளர்ச்சி அதிக அளவு கவனத்தைக் கவர்வதாக இருந்தபோதிலும் உடலின் வேறுபகுதிகளும் லார்வாவிலிருந்து நிம்ஃப்-ஆகவும் நிம்ஃபில் இருந்து முதல் நிலைக்கும் (adult) வளர்உருமாற்றம் அடையும் சமயங்களில் மாற்றமடைகின்றன. லார்வா அல்லது நிம்ஃப் இரண்டும் முதிர்விலங்கின் அதேவகையான வாழ்க்கை வழியைக் கொண்டிருந்தாலும் லோக்கஸ்டு (locust) அல்லது முகட்டுப்பூச்சி (bug) போன்றவைகளில் லார்வாவும் நிம்ஃபும் ஒரேவிதமான பொதுத் தோற்றத்தைக் கொண்டிருந்தாலும் உறுப்புகளின் பல நுண்ணிய இயல்புகள் வளர்உருமாற்றத்தில் மாறுபாடடைகின்றன. முகட்டுப்பூச்சி ரோடிநியஸ் ஃரோலிக்சஸ் (rhodnius prolixus) என்ற எடுத்துக்காட்டில் (Wigglesworth1954) கியூட்டிக்கிளின் நுண்ணிய அழகான அமைப்பும் முதிர்நிலைப் பூச்சியின் வண்ணமும் கடைநிலை லார்வா படிநிலையிலிருந்து மிகவும் வேறுபடுகிறது என்று கூறினர். ஆகவே, லார்வாவின் தோலின் ஒரு சிறு பரப்பையும் முதிர்விலங்கின் தோலின் ஒருசிறு பரப்பையும் வேறுபடுத்திக்காண முடிகிறது.

எண்டோடெரிகோட் (endopterygote) பூச்சிகளில் லார்வாக் களும் முதிர்விலங்கிற்கும் இடையிலுள்ள வேறுபாடுகள் மிகமிக அதிகம். சிறகுகள் மட்டுமல்லாமல் வாயுறுப்புகள், உணர்

கொம்புகள், கால்கள் முதிர்பூச்சித்தட்டிலிருந்து வளரமுடிகிறது. அதே சமயத்தில் லார்வா துணையுறுப்புகள் வண்ணத்துப் பூச்சிகளில் இருப்பதைப்போல் கழித்தெரியப்படுகிறது (படம் 78). சில ஒட்டுண்ணி குழவிகளிலும் (wasps) ஈக்களிலும் (flies) (டிரோசோஃபைலா மஸ்காவிலும் (drosophila,, musca) லார்வா புறத்தோலடுக்கு (epidermis) முழுவதும் கழித்தெரியப்படுகிறது. மீட்டிருப்பாக முதிர்பூச்சி புறத்தோலடுக்கு காணப்படுகிறது. இந்த முதிர்பூச்சி புறத்தோலடுக்கு வரிசையான முதிர்பூச்சித்



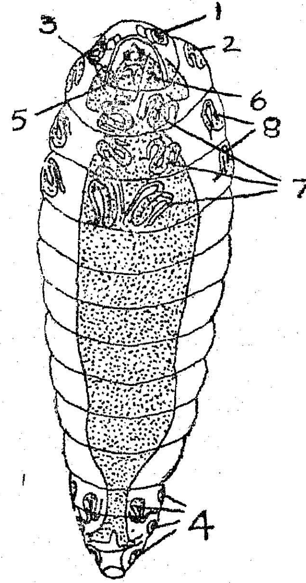
படம் 78

அ. முதிர்பூச்சியின் சிறகுத்தட்டின் இருப்பிடத்தைக் காட்டுகின்றது.
1. வானிஸ்சா வண்ணத்துப் பூச்சியின் சிறகுத்தட்டு கம்பளிப்புழுவின் காலில் இருக்கிறது.
ஆ. முதிர்பூச்சி சிறகுத்தட்டின் உள் விவரங்களைக் காட்டுகிறது.
1. கம்பளிப்புழு வளர்உருமாற்றம் அடையும்பொழுது வெளித்தள்ளப்படுவதைக் காட்டுகிறது.

தட்டுகளிலிருந்து பெறப்பட்டவைகளாகும் (படம் 79). துணை உறுப்புகள் தோன்றிக்கொண்டிருப்பதுடன் ஒருங்கிணைவாக வேறு புறப் பகுதிகளும் அகவுறுப்புகளும்கூட புத்தமைவாக்கப்படுகின்றன (re-organized). சிறகுடைய முதிர்விலங்கின் இடப்பெயர்ச்சி ஊர்ந்து செல்லும் லார்வாவின் இடப்பெயர்ச்சியிலிருந்து முற்றிலும் வேறுபட்டிருக்கிறபடியால் தசைமண்டலத்தில் தீவிரமான மாற்றங்களைப் பெறுகின்றன. சிறப்புற்ற பூச்சிகளின் வளர்உருமாற்றத்தில் லார்வா தசைப்பகுதிகள் உடைக்கப்படு

கின்றன. இவ்வழியில் தோன்றிய மிகுதிப்பொருள்களை ஃபா கோசைட்டுகள் (phagocytes) உண்கின்றன. முதிர்விலங்கின் தசைகள் குறிப்பாக பறப்பதற்கு உதவும் தசைகள் இதன்பின் வளர்கின்றன.

முன்னேறிய வரிசைகளின் முதிர்விலங்குகளின் கண்கள் லார்வா கண்களைவிட மிகவும் வேறுபட்டிருக்கின்றன. இந்தக் கண்கள் பிரத்தியேகமான முதிர் பூச்சித் தட்டுகளிலிருந்து தோன்றுபவைகளாகும். லார்வாவின் செரிமான மண்டலத்தின் பெரும்பகுதிச் செல்கள் மீண்டும் உறிஞ்சப்படுகின்றன (resorption). முதிர்வளர்ச்சிப் பூச்சியின் செரிமானமண்டலம் லார்வாவின் குடலில் செயல்பட்டுக்கொண்டிருக்கும் செயல்களுக்கிடையில் காணப்படும் சிறிய பைகளாகக் காணப்படும் சேமிப்புச் செல்களிலிருந்து (reserve cells) உண்டாக்கப்பட்ட புதியதொரு எபித்தீலியத்தால் சூழப்பட்டிருக்கிறது.



படம் 79

ஒட்டுண்ணி என்சைர்டஸ் (encyrtus) கடைநிலைப் படியிலுள்ள லார்வாவில் இமாஷினல் வட்டங்களின் அமைப்பைக் காட்டுகிறது.

1. உணர்கொம்புகள், 2. கூட்டுக்கண்கள், 3. அறைவைத்தாடை, 4. இனவுறுப்புகள், 5, 6, முதலாவது, இரண்டாவது தசை மேல்தாடைகள், 7. கால்கள் 8. இறக்கைகள்

எக்ஸோபெடரிகோட் (exopterygote) பூச்சிகளில் மிதமான மாற்றுருவாக்கங்களின் (transformation) அளவு ஒரு தோலுரித்தலில் நடத்தப்பட்டு விடலாம் அதே நேரத்தில் எண்டோபெடரிகோட் (endopterypote) பூச்சிகள் பெரும்பாலானவற்றில் ஒரு முதிர் பூச்சியைத் (imago) தோற்றுவிக்கத் தேவைப்படும் புத்தமைவாக்கங்கள் மிக ஆழமானதாக இருக்கிறபடியால் ஒரு செயலற்ற படிநிலை (resting stage) அதாவது பியூப்பா (pupa) நிலை லார்வாவிற்கும் முதிர்நிலைக்கும் இடையில் செருகப்பட்டிருக்கிறது. பியூப்பாவில் முதிர்பூச்சித் தட்டுடையவைகள் சிறகுகள் கைகால்கள் அல்லது துணையுறுப்புகள் உணர்கொம்புகள் மற்றவைகளும் புறப்பரப்பிற்குக் கொண்டுவரப்படுகின்றன. புறத்தே

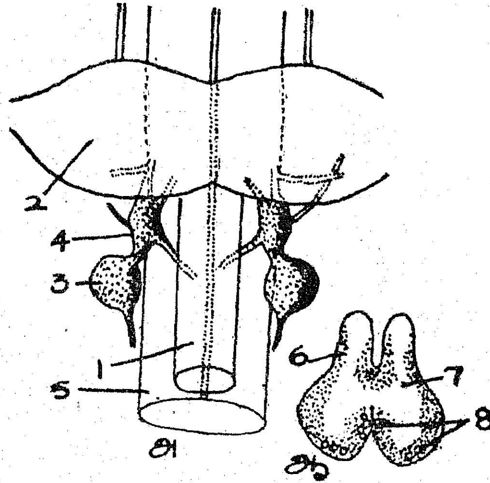
இவ்வாறிருப்பினும் அகத்தே முதிர்நிலைப் பாகங்களின் வளர்ச்சி இன்னும் முடிவடையவில்லை. பியூப்பா படிநிலையில் புத்தமை வாக்கம் நடைபெற்றுக்கொண்டிருக்கும் அக்காலங்களில் பூச்சிகள் உணவு உட்கொள்வதில்லை. அவைகளுடைய இடப்பெயர்ச்சி பெரிதும் கட்டுப்படுத்தப்பட்டிருக்கிறது. அப்படியே அவைகள் இடம் பெயர்ந்தாலும் அவைகளின் இடப்பெயர்ச்சி பெரிதும் கட்டுப்படுத்தப்பட்டிருக்கிறது.

பூச்சிகளில் தோலுரித்தல் விளைவிப்பவைகளும் வளர்உருமாற்றமும் (Causation of Molting and Metamorphosis in Insects): சாதாரண தோலுரித்தலில் லார்வாவின் தோலுரித்தல் வெற்றிகரமாக நடைபெறவேண்டுமானல் உடலிலுள்ள எல்லாப் பாகங்களும் செய்முறைகளில் பங்குபெற்று ஏககாலத்தில் அச் செயல்களைத் தாங்கிச் சென்று முடிவடையவேண்டும். இது ஒரு பொதுக்காரணத்திற்கு பூச்சியின் எல்லா பாகங்களும் இலக்காகப்பட்டிருக்கின்றன என்ற கருத்தைக் காட்டுவதாக இருக்கிறது. வளர்உருமாற்றத்தில் பொதுவான காரணம் நிலைகொண்டிருப்பது மிகவும் வெளிப்படையானது. இதில் புற, அக உறுப்புகள் சிக்கிக்கொள்வதால் அவற்றின் வேறுபாடுகள் விபரீதமாகவும் தீவிரமானதாகவும் இருக்கலாம். இந்தப் பொதுக் காரணம் புறத்திலாவது அகத்திலாவது அல்லது இரண்டில் ஒன்றிலாவது இருக்கலாம் என்று எதிர்பார்க்கப்படுகிறது. இதற்கு உண்மையாகவே சில எடுத்துக்காட்டுகள் இருக்கின்றன. இவைகளில் இயற்கையான சூழ்நிலைகளில் ஓர் புறக்காரணி ஒரு தோலுரித்தலைத் துவக்குவதற்குத் தேவைப்படுகிறது. இரத்த உறிஞ்சி முகட்டுப் பூச்சி ரோடினியஸில் (rhodnius) உணவு உட்கொள்வதே அதுபோன்றதொரு காரணியாக இருக்கிறது. இந்த இனத்தைச்சேர்ந்த முகட்டுப்பூச்சிகள் இரண்டு தோலுரித்தலுக்கு இடையிலுள்ள இடைக்காலத்தில் ஒரே ஒருமுறை மட்டுமே உணவு உட்கொள்கிறது. அதிகஅளவு இரத்தத்தை உட்கொள்வதால் அதனுடைய உடலின் எடை பலமடங்கு அதிகமாகிறது. முதல் நான்கு லார்வா படிநிலைகளில் ஒருமுறை உணவு உண்டபின் தோலுரித்தல் முறைப்படி 12 முதல் 15 நாள்கள்வரை நடைபெறுகிறது. ஐந்தாவது படிநிலையும் உணவு உட்கொள்வதையே சார்ந்திருக்கிறது என்பது உண்மையே. ஆனல், தோலுரித்தலுக்கிடையிலுள்ள இடைக்காலம் மட்டும் அதிகமாகி 28 நாள்கள்வரை நடைபெறுகிறது. ஐந்தாவது தோலுரித்தலின் விளைவாகத் தோன்றும் விளைவும் வேறுபட்டிருக்கிறது. அதாவது இந்தத் தோலுரித்தல் லார்வாவை மாற்றுருவம் பெறும்படி செய்து சிறகுடையதொரு முதிர்பூச்சி

(imago) உறுப்பெறுகிறது. மற்றொரு உதாரணமும் காணப்படுகிறது. அந்துப்பூச்சி (moths) பிளாட்டிசாமியா செக்ரோபியாவின் (platysamia cecropia) பியூப்பாவில் தோலுரித்தலைத் தோற்றுவிப்பதற்கு ஒரு புறக்காரணி தேவைப்படுகிறது. பியூப்பா தோலுரித்தபின் குறைவான வளர்சிதை மாற்றவீதம் உள்ளடங்கிக் கிடக்கிற படிநிலையை அடைகிறது. இதைக் குளிர் உறக்கம் (diapause) என்று கூறலாம். குளிர் உறக்கநிலை குளிர்காலம் முழுவதும் தொடர்ச்சியாக இருக்கிறது. இந்தக் காலத்தின் பொழுது பியூப்பா குளிரின் இடருக்குள்ளாக்கப்படவேண்டியது அவசியமாகிறது. அப்படிச் செய்யாவிட்டால் குளிர்உறக்கம் முடிவின்றித் தொடர்ச்சியாக நீடிக்கிறது. எவ்வாறிருப்பினும் குளிர்உறக்கம் கொண்டிருக்கும் பியூப்பா குளிரினால் குறைந்தது இரண்டு வாரங்களுக்குப் பதனிடப்பட்டால் குளிர் உறக்கம் நீங்க வேண்டிய காலத்திற்கு முன்பே நீக்கப்பட்டு விடுகிறது. அப்பொழுதைக்கான குளிர்வித்தல் பியூப்பாவின் உயிர்நிலைச் செய்முறைகளைச் செயலெழுச்சியுறும்படி செய்கிறது. மிதவெப்பச் சூழ்நிலைக்குத் திரும்பவும் வரும்பொழுது பியூப்பா தோலுரிக்கிறது. முதிர்பூச்சி வெளிப்படுவது வளர்ச்சியின் முடிவுற்ற நிலையைக் காட்டுகிறது.

இவ்வாறு இருப்பினும் மிகப்பெரிய பெரும்பான்மையான பூச்சிகளில் எந்த ஒரு தோலுரித்தலுக்கும் புறக்காரணம் காணப்படவில்லை. குறித்த இடைவேளைகளில் ஒன்றையொன்று தொடர்ந்துவரும் தோலுரித்தல் விலங்கின் அகநிலைச் செய்முறைகளினால் முற்றிலும் நிர்ணயிக்கப்படுவதுபோல் தோன்றுகிறது. பல பூச்சிகளில் உடலின் எடை இரண்டு தோலுரித்தலுக்கிடையில் ஒரு நிலையான வீதத்தில் அதிகரிக்கிறது. இந்த எடை அதிகரிப்பு ஒரே காரணியால் ஏற்படுத்தப்படலாம். மேலும் ஏதோ ஓர் அளவு உயிர்ப்பொருள் தொகுப்பு விலங்கில் புதியதொரு தோல் உரித்தலுக்குத் தேவையான தூண்டல் உற்பத்தி செய்யப்படுவதற்கு முன்பு நிகழும் ஒவ்வொரு தோலுரித்தலுக்குப் பின் ஏதோ ஒரு உயிர்ப்பொருள் தொகுப்பு நடைபெறுவதாகத் தோன்றுகிறது. இவ்வாறிருப்பினும் சில எடுத்துக்காட்டுகளில் ஒரு புறக்காரணி தோலுரித்தல் இயல்பியல் பண்புகளைத் தூண்டிவிடுகிறது என்று கருதினாலும் அந்தக் கரரணி உடலின் எல்லாப் பகுதிகளையும் நேரடியாகப் பாதிக்கவில்லை என்று காட்டப்படலாம். ஆனால், அது பூச்சியின் மூளையின் குறுக்கீட்டின் மூலம் செயலாற்றுகிறது. ஒரு ரோடினியஸ் (rhodnius) லார்வா தலையை ஒரு முறை உணவுவுண்ட ஓரிரு நாள்களுக்குள் வெட்டி நீக்கினால் அது தோலுரிப்பதில்லை. ஆனால், தலை நீக்கப்பட்ட

லார்வா ஓர் ஆண்டுவரை உயிருடனிருக்கிறது. ஆனல், ஒருமுறை உண்டபின் ஐந்து அல்லது ஐந்திற்கு மேற்பட்ட நாள்களுக்குப் பின் தலை வெட்டி நீக்கப்பட்டால் தோலுரித்தல் நடைபெறு கிறது. இந்த ஐந்து அல்லது ஐந்திற்கு மேற்பட்ட நாள்களுக் குள் மூளையால் தோற்றுவிக்கப்பட்ட தூண்டல் தலையை வெட்டி எடுக்கும் நிலைக்கு அப்பாற்சென்று உடல்முழுதும் பரவி தோலு ரித்தல் முன்னேறிச் செல்வதற்குக் காரணமாக இருக்கிறது (Wigglesworth, 1954). அந்துப் பூச்சி பிளாட்டிசாமியாவில் (platy-samia) மேலே குறிப்பிட்டதற்கு ஒப்பான பரிசோதனை நடத்தப் பட்டிருக்கிறது. பிளாட்டிசாமியா பியூப்பா குளிரின் இடருக்குள்



படம் 80

அந்துப்பூச்சி மூளையுடன் தொடர்புள்ள நாளமில்லாச் சுரப்பிகள்

அ. விட்டிற்பூச்சி பியூப்பா மூளையின் முதுகுப்புறத் தோற்றம்

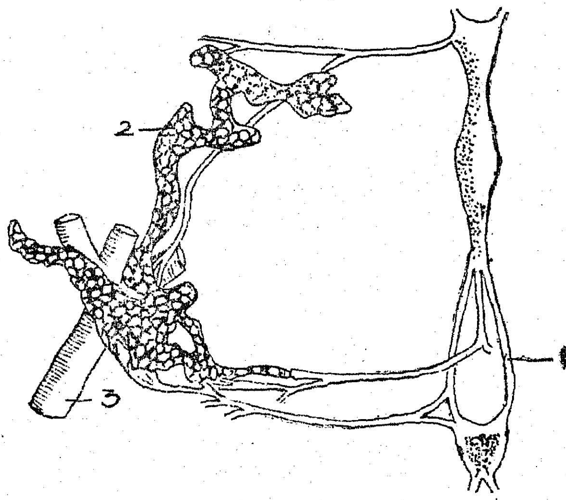
ஆ. வெண்பொடியுருவான அந்துப் பூச்சி, கம்பளிப்புழுவின் முன் பெருமூளையின் குறுக்கு வெட்டுத்தோற்றம்.

1. தமனி, 2. மூளை, 3. கார்போரா அல்லேட்டா, 4. கார்போரா கார்டியாக்கா
5. முன்குடல், 6. நரம்புச் செல்திரள்கள், 7. நரம்பு நார்கள், 8. நரம்பின் சுரக்கும் செல்கள்

ளாக்கப்படுவதால் செயல்படுத்தப்படுகிறது. இதன்பின் செயல் படுத்தப்பட்ட பியூப்பா உடலின் பாகங்களைக் குளிரின் இடருக் குட்படுத்தப்படாத பியூப்பா உடலினுள் மாற்றி ஒட்டப்படு கிறது. இம் முறையில் மற்றைய உறுப்புகளைவிட மூளையை மாற்றி ஒட்டினல் இரண்டாவது பியூப்பாவைத் தோலுரிக்கும்படி செய்து அதிலிருந்து முதிர்ந்த அந்துப் பூச்சியும் வெளிப்படுகிறது.

ஆகவே, குளிர் நேரடியாக மூளையை மட்டும் பாதிக்கிறது; ஆனால், உடலின் எஞ்சிய பாகங்கள் பின்னதின் இடையீடுமூலம் தூண்டப்பட்டுத் தோலுரித்தலும் நடைபெறுகிறது.

இயற்கையாகத் தோன்றக்கூடிய வினா என்னவென்றால் மூளை உடலின் எஞ்சிய பாகங்களை எப்படிப் பாதிக்கிறது என்பதாகும். நீர் நில வாழ்வனவற்றின் வளர்உருமாற்றத்தில் இருப்பதைப் போலப் பூச்சிகளில் தோலுரித்தலும் வளர்உருமாற்றமும் ஹார் மோன்களினால் கட்டுப்படுத்தப்படுகின்றன. இதில் குறைந்தது மூன்று சுரக்கும் உறுப்புகள் தொடர்பு கொண்டிருக்கின்றன. அவைகள் முன் பெருமூளை (protocerebrum), கார்போரோ அல்லேட்டா (corpora allata), முன் மார்புச்சுரப்பி (prothoracic



படம் 81

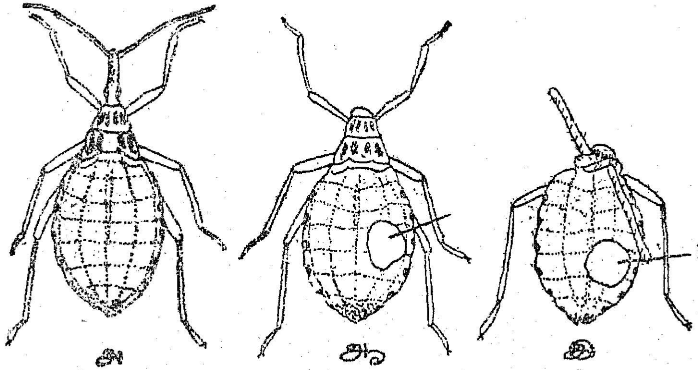
அந்துப் பூச்சி சேட்டர்னியா (saturnia)
முன் மார்புச் சுரப்பியும், வயிற்றுப்புற நரம்பு, மூச்சுக்குழாய் மண்டலம் ஆகியவற்றுடன் உள்ள தொடர்புகளைக் காட்டுகிறது.
1. வயிற்றுப்புற நரம்பு நார், 2. முன் மார்புச்சுரப்பி, 3. மூச்சுக்குழாய்.

gland) போன்றவைகளாகும். மூளையில் நரம்புச் சுரப்பிச் செல்கள் (neurosecretory cells) ஒரு ஹார்மோனை உற்பத்தி செய்கிறது. இந்த நரம்புச் சுரப்பிச் செல்கள் நான்கு கூட்டுகளாக அடுக் கப்பட்டு இருக்கின்றன. இரண்டு கூட்டுகள் நடுமையக் கோட் டிற்கு அருகிலும் எஞ்சிய இரண்டும் இதன் பக்கத்திற்கு ஒன்று கவும் அமைக்கப்பட்டிருக்கின்றன (படம் 80). மூளைக்குப்பின் முதுகுப்புறத் தமனிக்கு நீளப்பக்கவாட்டில் பெரும்பாலான பூச்சி

களில் இரண்டு சோடித் திரள்கள் காணப்படுகின்றன. இந்த இரண்டு சோடித் திரள்களும் (bodies), நரம்பு நார்களினுல் மூளையுடன் இணைக்கப்பட்டிருக்கின்றன. முதலாவது கார்போரோ கார்டியாக்கா (corpora cardiaca) என்று கூறப்படுகிறது. இது நரம்புச் செல்திரள் இயல்புடையதாக இருக்கிறது. இதற்கு மிகவும் பின்னுல் இருப்பது கார்போரோ அல்லேட்டா (corpora allata) என்றழைக்கப்படுகிறது. இது சுரப்பிச் செல்களால் உருவாக்கப்பட்டிருக்கிறது. கார்போரோ அல்லேட்டா இரண்டும் சில பூச்சிகளில் ஒன்ருக இணைந்திருக்கலாம். மூன்ருவது நாளமில்லாச் சுரப்பி (endocrine gland) முன் மார்புச்சுரப்பி ஆகும். இது ஒரு முறைமையற்ற வழியில் கிளைத்த சுரப்பிச் செல்களைக்கொண்ட திரளாகும். இது முன்மார்பகத்தில் காற்றுக் குழாய்களுடன் நெருங்கிய தொடர்புகொண்டு காணப்படுகிறது (treachea) (படம் 81). இந்த மூன்று மையங்களிலுள்ள சுரப்பிச் செல்கள் முறைமையான சுரப்பிச் சுழற்சிகளை ஒவ்வொரு தோலுரிக்கும் செயலுக்கு முன்பு காட்டுகிறது. மூளையினுடைய நரம்புச் சுரப்பிச் செல்களினுல் தோலுரித்தல் தூண்டப்படுகிறது. மூளையின் ஹார்மோன் செய்யும் முக்கியமான வேலை முன்மார்புச் சுரப்பிகளைச் செயல்படும்படி தூண்டுவதே ஆகும். பின், முன் மார்புச்சுரப்பி ஒரு ஹார்மோனை உற்பத்தி செய்கிறது. இந்த ஹார்மோன் தோலுரித்தலின் இயல்பியல் செயல்முறைகளைப் புறத்தோலடுக்கில் நிகழும்படி தூண்டுகிறது. புறத்தோலடுக்கின் புறத்தோலடுக்குச் செல்களின் வளர்ச்சி வேறுபாடடைதல் பழைய கியூட்டிக்கிளைக் களைதல், புதியதொரு கியூட்டிக்கிளைத் தோற்றுவித்தல் போன்ற செயல்முறைகள் தூண்டப்படுகின்றன. ஆகவே, முன்மார்புச் சுரப்பிகளினுல் உண்டாக்கப்பட்ட ஹார்மோன் வளர்ச்சி தோலுரிக்கும் ஹார்மோன் அல்லது எக்டைசோன் (ecdysone) என்று அழைக்கப்படுகிறது.

நாம் தோலுரித்தலுக்கு ஆரம்பத் தூண்டல் (stimulus) மூளையினுல் கொடுக்கப்படுகிறது என்பதை நிருபிக்கும் வகையில் பல சான்றுகளை விளக்கியிருக்கிருேம். இந்தப் பரிசோதனைகளில் ஒன்று செயல்படும்படி தூண்டப்பட்ட பிளாட்டிசாமியா பியூப்பாவின் மூளையை வெட்டியெடுத்துப் பதனிடப்படாத (untreated) பியூப்பா உடலினுள் மாற்றி ஒட்டுவதாகும். இதன் காரணமாகப் பின்னது தோலுரித்து, அந்துப் பூச்சியையும் உண்டாக்கியது. இதேப் பரிசோதனையை ஒரு சிறிது மாற்றி, மாற்றப்பட்ட இந்தப் பரிசோதனை, மூளையின் சுரப்பு நீர் நேரடியாகச் செயல்படவில்லை. ஆனுல், முன்மார்புச் சுரப்பிகளைச் செயல்படுவதன் வழியாக மட்டுமே செயல்படுகிறது என்பதை நிருபிப்பதற்குப்

பயன்படுத்தப்பட்டிருக்கிறது. செயற்படுத்தப்பட்ட மூளையை முழு பியூப்பாவினுள் மாற்றி ஒட்டப்படுவதற்கு பதிலாக, அது இரண்டாக வெட்டப்பட்ட பியூப்பாவின் பின் அரைப் பகுதிக்குள் இருக்குமாறு மாற்றி ஒட்டப்பட்டது (வெட்டுமுகம் மெழுகி னுல் மூடப்படுகிறது). இந்தச் சூழ்நிலைகளில் மாற்றொட்டு (graft) சக்தியற்றது. வளர்உருமாற்றம் நிகழ்வதில்லை. இதற்குக் காரணம், முன்மார்புச் சுரப்பி பியூப்பாவின் பின் அரைப் பகுதியில்



படம் 82

முன் மார்புச் சுரப்பி, தோலுரித்தலுக்கும், வளர் உருமாற்றத்திற்கும் தேவை என்பதைக் காட்டும் பரிசோதனைப் படங்கள்.

அ. ரோடினஸ் சாதாரண லார்வா.

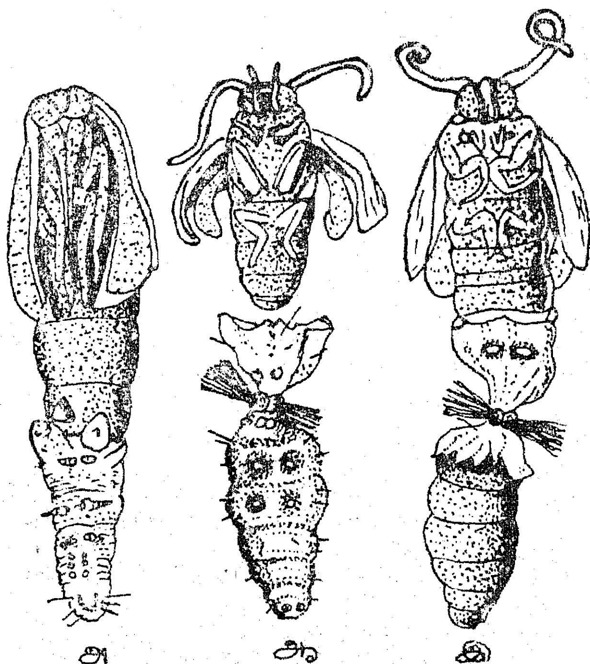
ஆ. தலையை இழந்த, ஆனல் வயிற்றுப் பகுதியில் மாற்றொட்டைக் கொண்ட லார்வா.

இ. நடு மார்பில் இறுகக் கட்டப்பட்டு, வயிற்றுப் பாகம் தனியாக்கப்பட்டிருக்கிறது. வயிற்றில் மாற்றொட்டு இருக்கிறது.

1. மாற்றி ஒட்டப்பட்ட பொருள்.

இல்லாததேயாகும். மூளையுடன் அதோடு சேர்ந்து முன் மார்புச் சுரப்பியும் மாற்றி ஒட்டப்பட்டால் வளர்உருமாற்றம் தோன்று கிறது (Williams, 1947 ; Wigglesworth, 1954). செயலொத்த பல பரிசோதனைகள் ரோடினியஸ் (rhodnius) முகட்டுப் பூச்சியில் நிகழ்த்தப்பட்டிருக்கின்றன (படம் 82). ஒரு முறை முகட்டுப் பூச்சி உணவு உட்கொள்ளப்படுவதால் மூளையின் நரம்புச் சுரப்பிச் செல்கள் செயல்படுத்தப்பட்டபின், மூளை வெட்டியெடுக்கப்பட்டு, தலை வெட்டி நீக்கப்பட்ட வயிற்றுப் பகுதியினுள் மாற்றி ஒட்டப் படுகிறது. தலைவெட்டி எடுக்கப்பட்ட லார்வா இன்னும் முன் மார்புச் சுரப்பிகளைக் கொண்டிருப்பதால் இந்தச் சுரப்பி மாற்றி ஒட்டப்பட்ட மூளைக்கு எதிர்ச்செயல் விளைவு தோற்றுவித்து, தோலுரித்தலுக்கும் காரணமாக ;இருக்கிறது. இவ் வகையில்

செயற்படுத்தப்பட்ட மூளை, பிரித்தெடுக்கப்பட்ட வயிற்றுப் பகுதியினுள் மாற்றி ஒட்டப்பட்டால் தோலுரித்தல் நிகழ்வதில்லை (படம் 82 இ). இதற்கு மாறுகத் தனியாகப் பிரித்தெடுக்கப் பட்ட வயிற்றுப் (abdomen) பகுதியில் முன்மார்புச் சுரப்பிகளை மாற்றி ஒட்டினுல், அப் பகுதி தோலுரிக்கும்படி தூண்டப்பட லாம் (Wigglesworth, 1954).



படம் 83

பியூப்பா நிலையை அடைவதற்கு மார்புச் சுரப்பியின் தேவையைக் காட்டும் பரிசோதனைப் படம்.

அ. இபெஸ்டியா கியூக்கி நியெல்லா சாதாரணப் பியுப்பா.

ஆ. மார்புச் சுரப்பி ஹார்மோன் வெளிப்படுவதற்கு முன், கம்பளிப் புழுவை இறுகக் கட்டுவதால் ஏற்படும் விளைவைக் காட்கிறது. இறுக்கப்பட்டுள்ள இடத்திற்குப் பின்னுள்ள பகுதி லார்வா படிநிலையிலேயே இருக்கிறது.

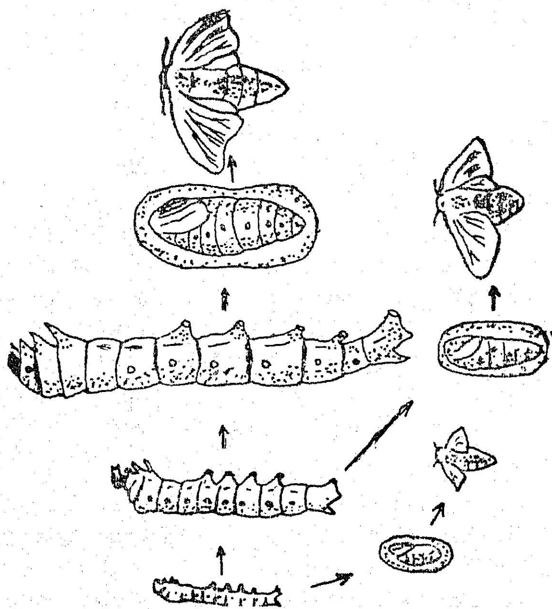
இ. தோலுரிக்கும் ஹார்மோன் வெளிப்பட்ட பின், இறுகக்கட்டுவதால் ஏற்படும் விளைவைக் காட்டுகிறது. முன் பின் பாகங்கள் இரண்டும் பியூப்பா நிலையை அடைகின்றன.

மூளையும், முன்மார்புச் சுரப்பியும் தோலுரித்தலுக்கு பிறவினை இயக்கிகளாக (causative agents) இருக்கின்றன என்பதைப் பூச்சி களில் தெளிவாகக் காட்ட முடியும். இந்த வகையில் தோலு

ரிக்கும் காலம், எந்த ஒரு புறக் காரணிகளையும் சார்ந்து இருக்க வில்லை என்பதையும் காட்டமுடியும். கம்பளிப்புழுவில், அடுத்து வருகின்ற தோலுரித்தல் நிகழக்கூடும் என்று எதிர்பார்க்கின்ற காலத்திற்கு முன்பே மூளை வெட்டி எடுக்கப்பட்டால், கம்பளிப் புழு இரண்டு மாதங்களுக்கு உயிருடன் இருக்கும் ; ஆனால், தோலுரித்தலும், பியூப்பா நிலையை அடைவதும் நிகழ்வதில்லை. தலையற்ற கம்பளிப்புழுவினுள் வேறொரு கம்பளிப்புழுவின் தலையை வெட்டியெடுத்து மாற்றி ஒட்டினால் அதனுடைய தோலுரிக்கும் செயல் மீட்டப்பட்டு, முழுமையான வளர்ச்சியும் மீட்டப்படு கிறது (Kuhn and Piepho, 1936). ஒரு முறை முன்மார்புச் சுரப்பி செயல்படுத்தப்பட்டுவிட்டால் தோலுரித்தலைத் தூண்டுவதற்கு மூளை ஒரு காலத்திலும் தேவைப்படுவதில்லை. முன்மார்புச் சுரப்பி ஹார்மோன் எந்தெந்தப் பகுதிகளுக்கெல்லாம் செல்ல வேண்டுமோ, அந்தந்தப் பகுதிகளுக்கெல்லாம் சென்று, அந்தந்தப் பகுதிகளின் தோலுரித்தல் செயலை வெற்றிகரமாக நடைபெறச் செய்கிறது. கடைநிலையிலுள்ள கம்பளிப்புழுவை, மார்புக்குப் பின் இறுகக் கட்டினால், அதற்கு முன்னுள்ள உடலின் பாகங்கள் பியூப்பா நிலையை அடைகிறது. ஆனால், பின்பாகங்களுக்கு முன் மார்புச் சுரப்பி ஹார்மோன்கள் செல்லாததால், இப் பகுதி லார்வாப் படிநிலையிலேயே இருக்கிறது (படம் 83). சிறிது காலத் திற்குப் பின், அதாவது முன்மார்புச் சுரப்பி ஹார்மோன் உடல் முழுவதும் பரவியபின், குறுக்கு இறுக்கம் கம்பளிப்புழு வின் பின்பாகங்கள் பியூப்பா நிலையை அடைவதைத் தடைப் படுத்துவதில்லை.

மூளையின் நரம்புச் சுரப்பிகளினால் சுரக்கப்பட்ட ஹார்மோன் களும், முன்மார்புச் சுரப்பியும், ஒரு பூச்சியைத் தோலுரிக்கும்படி தூண்டுகின்றன. ஆனால், அவைகள் லார்வா தோலுரித்து அடுத்த நிலையை அடைவதையோ பியூப்பா தோலுரித்து லார்வா பியூப் பாவாக உருமாற்றப்படுவதையோ, முதிர்பூச்சி தோலுரித்து முதிர்பூச்சியாக மாற்றப்படுவதையோ, இவைகளில் எதையும் நிர்ணயிப்பதில்லை. மூன்றாவது ஹார்மோன் சுரப்பி கார்போரா அல்லேட்டா (corpora allata) தோலுரித்தல் காலங்களில் நிகழப் போகும் மாற்றங்களின் இயல்புகளைக் கட்டுப்படுத்துகின்றது. மூளையின் நரம்புச் சுரப்பிச் செல்கள், முன்மார்புச் சுரப்பிகள் ஆகிய இரண்டு சுரப்பிகளும், தனித்தனியாகச் செயல்பட்டால், உடனடி வளர்உருமாற்றத்தை நிகழ்வுறும்படி செய்வது விநோதச் செயலாக இருக்கிறது. இந்த இரண்டு சுரப்பிகளும் அரைவளர் உருமாற்றப் (hemimetabolous) பூச்சிகளின் முதிர்பூச்சியின் வளர்ச்சியை அல்லது முழுவளர்உருமாற்றப்பூச்சிகளின் (holomata-bolous) பியூப்பா வளர்ச்சியையும் தோற்றுவிப்பது ஆச்சரியமே !

அந்துப் பூச்சி கம்பளிப் புழுவிலிருந்து கார்போரா அல்லேட்டாவை வெட்டி எடுப்பது சாத்தியமாகவே இருக்கிறது. எந்தப் படிநிலையில் வெட்டியெடுக்கப்படல் அறுவைச்சிகிச்சை நிகழ்த்தப்பட்டதோ அந்த நிலையைச் சார்ந்திருமல் கம்பளிப்புழு அதை அடுத்துவரும் தோலுரித்தலுக்கு முன்னேறிச் செல்கிறது. காலக்கிரமத்தில் பியூப்பாவிலிருந்து அந்துப் பூச்சி வெளிவருகிறது. இவ்வாறு இருக்கும்பொழுது பியூப்பா தன்னுடைய இயல்பான அளவில் ஓரளவை மட்டுமே எட்டியிருக்கிறது (படம் 84) (Bouchiol, 1937). கார்போரோ அல்லேட்டா இருப்பது வளர்

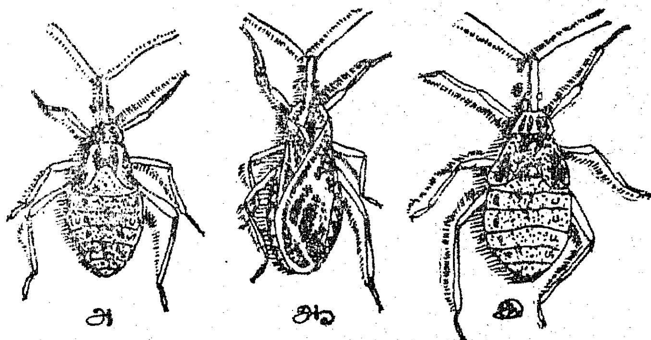


படம் 84

பட்டுப் புழுவில், கார்போரா அல்லேட்டா மூன்ருவது, அல்லது நான்காவது படிநிலையில் நீக்கப்பட்டால், நிகழ் காலத்திற்கு முன்பே தோன்றும் வளர் உருமாற்றத்தைக் காட்டுகிறது. லார்வா ஐந்தாவது படி நிலைக்குப் பின் சாதாரணமாக பியூப்பா நிலையை அடைகிறது.

உருமாற்றத்தைத் தடுப்பதற்குத் தேவையானது என்று வெளிப்படையாகத் தெரிகிறது. ஆகவே, இவ்வாறு வளர்உருமாற்றம் தடைபடுவதால் பூச்சியை லார்வா நிலையிலேயே இருக்கும்படி செய்கிறது. ஆகையால் கார்போரா அல்லேட்டா சுரப்புகளை இளமைப்பருவ ஹார்மோன் (juvenile harmone) என்று அழைக்கிருர்கள். இப்பொழுது ஒவ்வொரு லார்வா தோலுரித்தலிலும் கார்போரா அல்லேட்டாச் செல்கள் சுரப்புச் செயலுக்குரிய

அறிகுறிகளைக் காட்டுகின்றன. அதாவது, செல்கள் புடைத்தல், வெற்றுப்படைகள் தோன்றுதலும், மறைதலும் போன்ற செயல்கள் நடைபெறுகின்றன. ஆனால், இதுபோன்ற செயல்கள் பியூப்பா அல்லது முதிர்பூச்சித் தோலுரித்தல் நடைபெறும் காலங்களில் காணப்படுவதில்லை. இதிலிருந்து வளர்உருமாற்றம் நடைபெறும் காலத்தில் கார்போரா அல்லேட்டா அதனுடைய சுரப்புப் பொருள்களை உண்டாக்குவதில்லை அல்லது குறைந்த அளவு செயல்படுகின்றது என்பதுபோல் தோன்றுகிறது. இளமைப்பருவ ஹார்மோன் இல்லாதிருப்பது உண்மையில் வளர் உருமாற்றத்திற்குத் தேவையான நிலைமையாக இருக்கிறது என்பது பின்வரும் முறையில் நிரூபிக்கமுடியும். இளம் லார்வாவிலிருந்து கார்போரா அல்லேட்டாவை வெட்டியெடுத்து கடை



படம் 85

அ. ஐந்தாவது படிநிலை சாதாரண நிம்ஃப்

ஆ. சாதாரண முதிர்நிலை ரோடினியஸ்

இ. ஆறுவது படிநிலை அரக்க நிம்ஃப் நான்காவது படிநிலை நிம்ஃபின் கார்பஸ் அல்லேட்டா ஐந்தாவது படிநிலை நிம்ஃபின் வயிற்றுப் பகுதியில் மாற்றிப் பொருத்தப் படுகிறது.

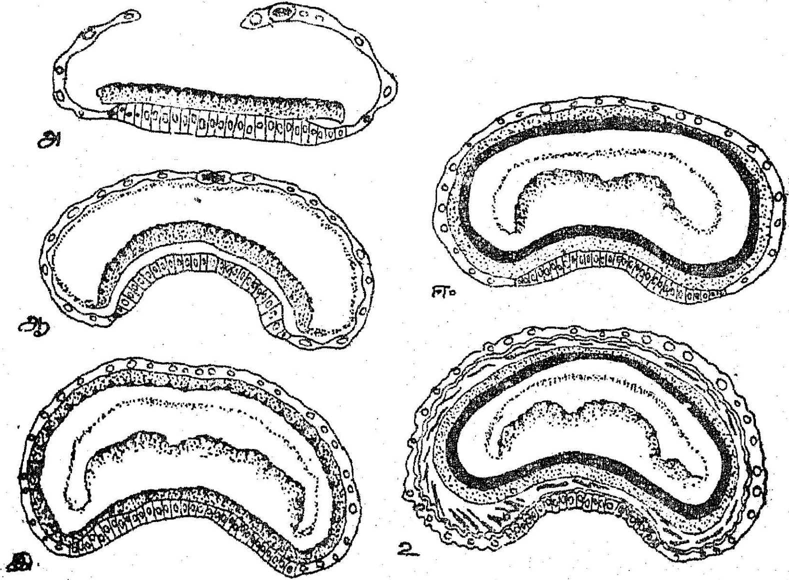
படிநிலையிலிருக்கும் லார்வாவினுள் மாற்றி ஒட்டினால் அடுத்து வரும் தோலுரித்தலுடன் அதுவும் வளர்உருமாற்றம் அடைகிறது. லார்வா இயல்பான காலக்கிரமத்தில் தோலுரிக்கலாம்; ஆனால், மாற்றொட்டினால் சுரக்கப்பட்ட இளமைப்பருவ ஹார்மோன் செயல் திரிபுகளுக்கு உட்படுத்தப்படுவதால் அது முதிர்பூச்சியாக மாற்றுருவம் அடையவில்லை (இது அரைவளர் உருமாற்றமுடைய பூச்சிகளுக்குப் பொருந்தும்). ஆனால், அதற்குப்பதிலாக அசாதாரணமான பெரியதொரு லார்வாவைத் தோற்றுவிக்கிறது (படம் 85).

முழுவளர்உருமாற்றம் உள்ள (holometabolous) பூச்சிகளில் நிலைமைகள் மிகவும் சிக்கலாக இருக்கின்றன. இங்கே இரண்டு தோலுரித்தல் நடைபெறுவதும் அதோடிணைந்த புறத்தோற்ற மாற்றங்களும் இந்த நிலைக்குக் காரணமாக இருக்கின்றன(பியூப்பா தோலுரித்தல்—முதிர்பூச்சி தோலுரித்தல்). கம்பளிப் புழுக்களி லிருந்து கார்போரா அல்லேட்டா நீக்கப்பட்டுவிட்டால் கம்பளிப் புழு பியூப்பாவாக மாற்றுருவம்பெறும் செயல் நிகழ்கிறது. சில பரிசோதனைகளில் உடனடியாக பியூப்பா முதிர்பூச்சியாக மாற்று ருவம்பெறும் செயல் மேலும் இரத்தத்தால் இளமைப்பருவ ஹார்மோனின் அளவு குறைவதுடன் தொடர்பு கொண்டே நிகழ்வது சாத்தியக்கூறாகவே இருக்கிறது. சுரப்பி நீக்கப்பட்ட பின் இளமைப்பருவ ஹார்மோன் மிகக்குறைந்த அளவு இன்னும் கூட இரத்த ஓட்டத்தில் இருந்திருக்கலாம். ஆனால், இரண்டாவது தோலுரித்தல் காலத்தில் முற்றிலும் பயன்படுத்தப்பட்டுவிடு கிறது (Wigglesworth).

பூச்சிகளில் தோலுரித்தல், வளர்உருமாற்றம் இரண்டையும் கட்டுப்படுத்தும் காரணிகளின் இயல்பு (Nature of the Factors Controlling Molting and Metamorphosis in Insects) : இதற்கு முன்பகுதிகளில் மார்புச் சுரப்பி, கார்போரா அல்லேட்டா ஆகிய இரண்டு சுரப்பிகளால் தோற்றுவிக்கப்பட்ட இயக்கிகள் (agents) ஹார்மோன்கள் என்று கொண்டுள்ளோம். அவைகள் செல்களால் சுரக்கப்பட்ட வேதியியல் பொருள்கள். அவைகள் உடலில் திரவத்தில் ஓடிக்கொண்டிருக்கின்றன. இந்தக் கருத்து பின்வரும் உண்மைகளிலிருந்து உய்த்துணரப்படுகிறது. இந்தச் சுரப்பிகளின் விளைவு (effect), அதனுடைய அமைவிடம் சாதாரண முறையிலிருந்து அதைச் சூழ்ந்து பக்கத்திலுள்ள எல்லா உறுப்பு களுடனும் எல்லா வகையான இயல்பான தொடர்புகளையும் அல்லது அதையடுத்துள்ள நரம்பு மண்டலத்துடனான தொடர்பும், அல்லது அசாதாரண இடத்திற்கு வெட்டி ஒட்டப் பட்டிருக்கும் நிலை ஆகிய நிலைகளில் எதையும் சார்ந்திருக்கவில்லை. இந்தச் சுரப்பிகளின் சுரப்புநீர்களின் ஊடுபரவுதல் வாயிலாகத் தான் செயல்படுகின்றது என்பதைக் குறிக்கும்வகையில் அதிக மான சான்றுகளை இப்பொழுது காண்போம்.

சுரப்பிகள் தங்களின் இருப்பிடத்தைச் சார்ந்து இராமல் சுதந்திரமாக இருக்கிறதோ அதற்கொப்பான எதிர்ச்செயல் விளைவு உறுப்புகள் எந்த இடத்தில் அமைந்திருந்தாலும் அந்த இடத்தைச் சார்ந்திராமல் சுதந்தரமாக எதிர்ச்செயல் விளைவில் பங்குகொள்கின்றன. தோலுரித்தல் அல்லது வளர்உருமாற்றம்

எப்பொழுது நடைபெறுகிறதோ அக்காலங்களில் கெடாத முழுமையான விலங்கின் எல்லாப் பாகங்களும் ஒருமிக்க எதிர்ச்செயல் விளைவுபடுவதோடல்லாமல் மேலும் மாற்றி ஒட்டப்பட்ட பாகங்களும் அதையே செய்கின்றன. முதிர்பூச்சி வட்டங்கள் அல்லது தட்டுகள் உடலின் மற்ற பாகங்கள் வெவ்வேறு வளர்ச்சிப் படிநிலைகளிலுள்ள விலங்குகளுக்கு இடையில் மாற்றி ஒட்டப்படலாம். அவைகள் எப்பொழுதும் அவைகளுடைய



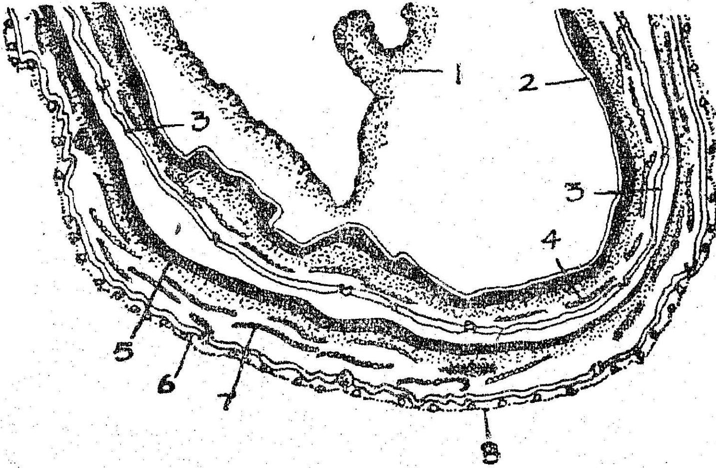
படம் 86

ஹார்மோன்கள் அந்துப் பூச்சியின் வளர்ச்சியில் மாற்றிப் பொருத்தப்பட்ட புறத்தோலடுக்கு சிஸ்டு, ஓம்புயிர் உடம்பில் சுழன்று கொண்டிருக்கும் ஹார்மோன்களின் ஆக்கத்திரிபுகளுக்கு உட்பட்டு உடம்பின் உட்பகுதியில் தோலுரிப்பதைக் காட்டுகிறது.

1. அ சிஸ்ட் உருவாகும் செய்முறைகள்
2, 3, ஆ இ. லார்வா, கியூட்டிக்கிள் உண்டாக்கப்படுகிறது.
4. ஈ. பியூப்பா கியூட்டிக்கிள் உண்டாக்கப்படுகிறது.
உ. பியூப்பா கியூட்டிக்கிள் நீக்கப்படுகிறது, இதன் கீழ் முதிர் பூச்சியின் கியூட்டிக்கிள் செதில்களைக் கொண்டு உருவாக்கப்படுகிறது.

சொந்தமான வயதிற்குச் சார்பற்று சுதந்தரமாக ஓம்புயிரின் உறுப்புகளுடன் ஒருமித்து தோலுரிக்கவும் வளர்உருமாற்றமும் பெறுகின்றன. இந்த வகையான மிகவும் நேர்த்தியானதொரு பரிசோதனை இஃபெஸ்டியா குக்நியெல்லா (ephestia kuhniella)

என்ற அந்துப் பூச்சியின் வளர்ச்சியில் நிகழ்த்தப்பட்டிருக்கிறது. இந்தப் பரிசோதனையில் தோலின் துண்டுகள் வெட்டியெடுக்கப் பட்டு மற்றொரு விலங்கின் உடற்குழியில் மாற்றி ஒட்டப்படு கிறது (Kuhn 1939; Piepo and Meyer 1951; Kuhn, 1955). மாற்றி ஒட்டப்பட்ட தோல்த் துண்டுகளின் விளிம்புகள் சுருண்டு ஒரு சிஸ்டு (cyst) வடிவம் பெறுகின்றன. இதில் தோலின் முதல் மூல (orginial), தூரத்து (distal) புறப் பரப்பு உள்நோக்கி வளைந் திருக்கிறது. புறத்தோலடுக்கின் பக்கப் (proximal) புறப் பரப்பு



படம் 87

காலீரியா மீலோ நெல்லாவில் ஹார்மோன்கள் வளர் உருமாற்றத்தைக் கட்டுப் படுத்துவதைக் காட்டுகிறது. புறத்தோலடுக்கு சிஸ்ட்டின் ஓம்புயிரினுள் மாற்றி நடப்பட்டால் வளர் உருமாற்றம் திருப்பப்படுகிறது. ஒன்றையொன்று தொடர்ந்திருக்கும் கியூட்டிக்கிள்கள் முறையே;

1. லர்வா கியூட்டிக்கிள்.
2. பியுப்பாக் கியூட்டிக்கிள்.
3. முதிர்ந்த பூச்சி கியூட்டிக்கிள்.
4. செதிள்கள் கொண்ட முதிர்ந்த பூச்சி கியூட்டிக்கிள்.
5. மீண்டும் பியூப்பா கியூட்டிக்கிள்.
6. இரண்டாவது முறையாக முதிர்ந்த பூச்சி கியூட்டிக்கிள்.
7. இரண்டாவது தலைமுறை செதில்களையும் வைத்திருக்கிறது.
8. புறத்தோல் அடுக்கு.

ஓம்புயிரின் (host) உடற்குழித் திரவத்தில் தோய்க்கப்படுகிறது (bathed). ஆகையால் ஓம்புயிர் உடற்குழித் திரவத்தில் ஏதாவ தொரு ஹார்மோன்கள் இருந்தால் அந்த ஹார்மோன்களிலும் தோய்க்கப்படுகிறது. ஆகையால் மேல்தோல் மாற்றுெட்டு ஓம்பு யிர் உடலினுள் சுற்றிக்கொண்டிருக்கும் எந்த ஒரு ஹார்மோ

னுக்கும் எதிர்ச்செயல் விளைவுபடுவதற்குத் தேவையான நிலைமை தோற்றுவிக்கப்படுகிறது. விருந்தோம்பியின் ஒவ்வொரு தோலுரித்தலுடனும் சிஸ்டு புறத்தோலடுக்கும் தோலுரித்தது. பழைய கியூட்டிக்கிளை சிஸ்டின் குழியினுள் கழித்தெரிகிறது. ஓம்புயிரின் தோலுரித்தலுடன் இணைந்தே உடனிகழ்வாக மாற்றொட்டிலும் தோலுரித்தல் நடைபெறுவதுடன் மட்டுமல்லாமல் புதிய கியூட்டிக்கிளின் பண்புகளும் ஓம்புயிரினதாகவே இருக்கின்றன. லார்வா தோலுரித்தல் நிகழ்வுற்ற அப்பொழுது சிஸ்ட் (cyst) புறத்தோலடுக்கு மெல்லிய கியூட்டிக்கிளைத் தோற்றுவிக்கிறது. இந்தக் கியூட்டிக்கிள் கம்பளிப்புழு உடம்பை மூடிக்கொண்டிருப்பதைப் போல இருக்கிறது. ஓம்புயிர் தோலுரித்து பியூப்பா நிலையை அடைந்த அப்பொழுது சிஸ்டு ஒரு திண்ணமான பியூப்பா கியூட்டிக்கிளைத் தோற்றுவிக்கிறது. ஓம்புயிர் வளர்உருமாற்றம் அடைந்து முதிர் அந்துப் பூச்சி நிலையையடைந்த அப்பொழுது சிஸ்டின் புறத்தோலடுக்கு ஒரு செதில்களுடைய முதிர்பூச்சி கியூட்டிக்கிள் வளர்ச்சியுறுகிறது. சிஸ்டை வெட்டிப்பார்த்தால் அடுத்துவரும் எல்லாக்கியூட்டிக்கிள்களும் ஒன்று மற்றொன்றுக்குள் இருப்பது பின் தெரியவருகிறது (படம் 86).

முதிர் அந்துப் பூச்சி கியூட்டிக்கிளைத் தோற்றுவிக்கும் படி நிலையை அடைந்த பிறகும்கூட இன்னமும் புறத்தோலடுக்கு தன்னுடைய தோலுரிக்கும் திறமையை இழந்து விடவில்லை. இந்தநிலை காணப்படவேண்டுமென்றால் எக்டைசோன் (தோலுரிக்கும் ஹார்மோன்), இளமைப்பருவ ஹார்மோன் ஆகிய இரண்டும் அதைச் சூழ்ந்திருக்கும் திரவத்தில் இருக்கவேண்டும். ஒரு சிஸ்ட் பியூப்பா அல்லது முதிர்ந்த பூச்சி தோலுரித்தல் நிலைகளைக் கடந்து சென்றபிறகு முதல் ஓம்புயிரிலிருந்து வெட்டி எடுக்கப்படலாம். மேலும் இதை இரண்டாவது ஓம்புயிரில் மாற்றி ஒட்டலாம். இரண்டாவது ஓம்புயிர் ஒரு கம்பளிப்புழுவாக இருக்குமேயானால் ஓம்புயிரின் பியூப்பா தோலுரித்தலுடன் இணைந்து சிஸ்டும் ஒரு புதிய தோலுரித்தல் ஆகிய இரண்டும் உடனிகழ்வாக நிகழ்கின்றன. இப்பொழுது சிஸ்ட் செதில்களுடைய முதிர்ந்த பூச்சியின் கியூட்டிக்கிளைக் கிழிக்கிறது. மேலும், மீண்டும் ஒரு திண்ணமான பியூப்பா கியூட்டிக்கிளை உண்டாக்குகிறது. இதைத்தொடர்ந்து விருந்தோம்பி வளர்உருமாற்றம் நடைபெறும்காலத்தில் புதிய செதிள்களுடைய இமாஜினல் கியூட்டிக்கிள் தோன்றலாம் (படம் 87).

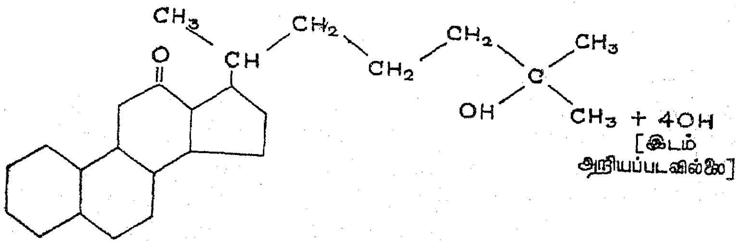
வளர்உருமாற்றம் முழுமையாக முன்னைநிலை மீள்வுறுவது உண்மையென்றே கூறலாம். இந்தக் கருத்து தோல், புறத்தோலடுக்கைப் பொறுத்த அளவில் ஓரளவு உண்மையாக இருக்கலாம்.

தோலின் புறத்தோலடுக்கிஞல் தோற்றுவிக்கப்படும் மாறுபாடடைதலின் இயல்புகள் இரத்தத்தில் இருக்கும் ஹார்மோன்களின் சமநிலையை முழுமையாகச் சார்ந்திருக்கிறது. எவ்வாறிருப்பினும் வளர்உருமாற்றம் முழுமையாகவோ அல்லது பாதியளவோ முன்னைநிலை மீள்வுறுவது பரிசோதனை நிலைமைகளில்தான் நிகழ முடியும். ஒரு சாதாரண பூச்சியின் வாழ்க்கையில் வளர்உருமாற்றம் வளர்ச்சி, புற உருவாக்கம் (morphogenesis) ஆகியவற்றின் முடிவையே குறிக்கின்றது (இனவுறுப்புகள் முதிர் நிலை விலங்குகளிலும் தொடர்ந்து வளர்ச்சியுறும்). மேற்கொண்டு வளர்ச்சி தடைபடுவதற்குக் காரணம் மார்புச் சுரப்பிகள் கடைசி முதிர்பூச்சி தோலுரித்தல் நடைபெற்றபின் சிதைக்கப்பட்டு கீழ் நிலையை அடைவதேயாகும். மார்புச் சுரப்பிகள் அழிவுற்றபின் எந்த ஒரு காரணியும் புறத் தோலடுக்கின் புறஉருவ உற்பத்திச் செயல்களை மீண்டும் எழுச்சியுறும்படிசெய்யமுடிவதில்லை. ஆகவே, மேற்கொண்டு தோலுரித்தல் நடைபெறுவதில்லை. பூச்சிகளில் வளர்ச்சி எல்லை (growth limit) இருப்பதற்கு இதுவும் ஒரு விளக்கமாக இருக்கிறது.

இளமைப்பருவ ஹார்மோனின் செயல்கள் பூச்சி உடலில் பண்புசார்ந்த மாற்றங்களைமட்டும் தோற்றுவிப்பதோடு நின்று விடவில்லை. இதற்குமாருக அந்த ஹார்மோன் வளர்ச்சியிலும் (growth) நேரடி இயக்க விளைவுகளைத் தோற்றுவிப்பதுபோல் தோன்றுகிறது. முதிர்ந்த பூச்சியில் வளர்உருமாற்றத்திற்குப் பிறகு கார்போரா அல்லேட்டா சுரக்கும் செயலைத் திரும்பவும் ஆரம்பிக்கிறது. அவைகளின் சுரப்புப் பொருள்கள் அண்டச் சுரப்பிகளும் (ovaries), முட்டைச் செல்களும் (oocytes) வளர்வதற்குத் தேவைப்படுகின்றன.

முதுகெலும்புடையவைகளில் நாளமில்லாச் சுரப்பிகளால் வெளிக்கொண்டுவரப்படும் இயக்கிகளின் (agents) வேதியியல் இயல்புகள் அவைகள் சுரப்பிகளிலிருந்து செயல்படும் சாறுகளாக (extract) தயாரிக்கப்படுவதிலிருந்து நிரூபிக்கப்படுகிறது. பூச்சிகளிலிருந்து ஹார்மோன் சாறுகளைப் பிழிந்தெடுத்தல் மிகமிகக் கடினமான ஒன்ருக இருக்கிறது. இதற்கு முக்கியக் காரணம் நாளமில்லாச் சுரப்பிகள் சிறிய திரட்சிகளாக இருப்பதேயாகும். இருப்பினும், இதைப் பிரித்தெடுப்பதிலும்கூடச் சில வெற்றிகள் கிடைத்திருக்கின்றன. தோலுரித்தலைத் தூண்டும் ஹார்மோன் எக்டைசோன் (மார்புச்சுரப்பி ஹார்மோன்) வேதியியல் அளவில் சுத்தமான வடிவில் கார்ல்சன், பியூடிஞண்ட் (Karlson; Butenandt, 1954) ஆகிய இரு விஞ்ஞானிகளால் தயாரிக்கப்பட்டிருக்கிறது.

ஐந்நூறு கிலோகிராம் பட்டுப்பூச்சி பியூப்பாவிலிருந்து 25 மில்லி கிராம் சுத்தமான பொருள்கள் பிரித்தெடுக்கப்பட்டன. இந்தச் சுத்தமான பொருளில் 0·0075 மில்லி கிராம் பொருள் பியூப் பாவிலிருந்து லார்வா தோன்றுவதை நிகழ்த்துவதற்குப் போது மானதாக இருக்கிறது. இந்தப் பொருளை வேதியியல் வழியில் பகுத்து ஆராய்ந்ததில் செயலறிவுச் சூத்திரம் ஒன்று கிடைத் துள்ளது. அந்தச் சூத்திரம் $C_{27}H_{44}O_6$ என்பதாகும் (Karlson and Hoffmeister, 1963). இந்தப் பொருள் ஸ்டீராய்டு தொகு யைச் சார்ந்தது. அதனுடைய மேலெழுந்த அமைவுச்சூத்திரம் பின்வருவதாக இருக்கிறது.



மற்றைய ஹார்மோன்களான மூளைஹார்மோன்—இளமைப் பருவ ஹார்மோன்—போன்றவைகளின் வேதியியல் பகுப்பாய்வு இன்னும் வெற்றிபெறவில்லை. வெவ்வேறு ஆராய்ச்சியாளர் களுக்குக் கிடைத்த முடிவுகள் ஒரு சில வகையில் மாறுபட் டிருக்கிறது. இருப்பினும் இளமைப்பருவ ஹார்மோன் வேதியியல் பண்புகளில் எக்டைசோன் (ecdysone) ஹார்மோனுக்குத் தொடர் புடையதாக இருக்கிறது. இதுவும் ஒரு ஸ்டீராய்டு அல்லது டெர்பீன் (terpene) தொகுப்பின் ஒரு பொருளாக இருக்கிறது. இது ஸ்டீராய்டுக்கு ஓர் முன்னோடிப் பொருளாகவும் இருக்கிறது (Schneiderman and Gilbert, 1964).

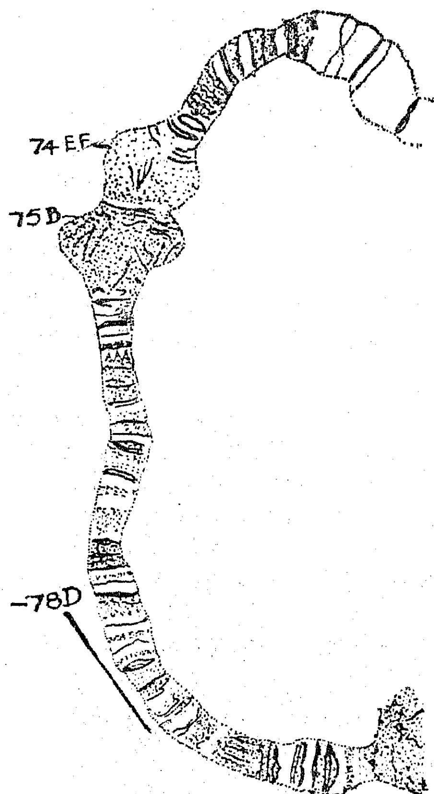
இளநிலை நீர்நில வாழ்வனவற்றின் கருவாக்கத்தில் (embryo-genesis) தூண்டியியக்கும் பொருள்களைப்போல் இளமைப்பருவ ஹார்மோனின் செயல்கள் வெவ்வேறு விலங்குகளின் திசுக்களி லிருந்து பிழிந்தெடுக்கப்பட்டவைகளுக்கு ஏறக்குறைய ஒப்பு டையதாகச் செய்யமுயலுகிறது (Williams, Moorehead and Pults 1959). வேதியியல் உள்ளமைப்பு அறியப்பட்ட டெர்பீன் பார்நிசால் (terpene farnesol) போன்ற ஏதோ ஒரு சில பொருள் களாலும் போலி ஒப்புமைச் செயல் காட்டப்படுகிறது. டெர் பீன் பார்நிசால் மார்புச் சுரப்பியைத் தூண்டமுடிகிறது. இந்த விளைவு சாதாரணமாக மூளைஹார்மோன்களால் தோற்றுவிக்கப்

படுகிறது. ஆகையால் பூச்சிகளின் உருப்பெருக்கம் (growth), வளர்ச்சி (developement) ஆகிய இரண்டையும் ஒழுங்குபடுத்தும் மூன்று ஹார்மோன்களும் அவைகளின் வேதியியல் அமைவிலும், செயலிலும் பொதுவான ஏதோ ஒன்றை வைத்திருக்கிறது என்று கருதப்படுகிறது (Schneiderman and Gilbert, 1964).

பூச்சி ஹார்மோன்களின் இயல் இயக்க நுணுக்கம் (Mechanism of Action of Insect Hormones): பூச்சிகளின் தோலுரித்தல், வளர்உருமாற்றம் ஆகியவற்றில் நடைபெற்ற ஆராய்ச்சிகள் வேதியியல் பொருள்கள் செல்களின் மாறுபாடடைதல்களில் எவ் வழிகளில் செயல்படுகின்றன என்பதைப்பற்றிச் சில ஆர்வம் மிக்க செய்திகளைக் கொடுத்திருக்கின்றன.

கடந்த பல ஆண்டுகளாக இரு சிறகுடைய பூச்சி வரிசையிலுள்ள சில பூச்சிகளின் (order-diptera) உமிழ் நீர்ச்சுரப்பிகளில் ஏதோ சில செல்கள் மற்றவைகளைவிடப் பெரிய உருவளவுடையனவாக வளர்கின்றன. அப்படிப்பட்ட செல்களில் மறைமுகப்பிரிவு (mitosis) நடைபெறாமல் இருந்தபோதிலும் குரோமோசோம்கள் கண்ணிற்குப் புலப்படுகின்றன. அப்படிப்பட்ட செல்களிலுள்ள அரக்க குரோமோசோம்கள் அல்லது இயற்கையளவு மீறிய குரோமோசோம்கள் (giant chromosomes) திரும்பத் திரும்ப டி.என்.ஏ. (D.N.A.) மூலக்கூறுகள் இரட்டிப்பாக்கப்படுவதால் தோன்றுகின்றன. இவ்வாறு இரட்டிக்கப்பட்ட பலநூறு டி.என்.ஏ. மூலக்கூறுகள் ஒன்றுக்கருகில் ஒன்று அமைக்கப்பட்டிருக்கிறது. மால்ஃபிஜியன் இழைகளின் செல்களும் வேறு சில திசுக்களின் செல்களும்கூட இயற்கையளவிற்கு அதிகமாக வளர்ந்து அரக்கக் குரோமோசோம்களை உருவாக்குகின்றன. இந்தக் குரோமோசோம்கள் தனித்தனிச் சிறப்பான குறுக்குப் பட்டைகளைக் காட்டுகின்றன. இனக்கலப்புப் பரிசோதனைகளிலிருந்து இந்தக் குறுக்குப்பட்டைகள் ஒவ்வொன்றும் ஒரு தனிப்பட்ட ஜீனுக்குத் தொடர்புடையதாக இருக்கலாம் என்று காட்டப்பட்டிருக்கிறது. அரக்க குரோமோசோம்களில் காணப்படும் பட்டைகள் ஜீன்களுடன் தொடர்பு கொண்டிருக்கின்றன என்பது அறியப்படுவதற்கு முன்பே சில அரக்கக் குரோமோசோம்களின்மேல் இருக்கும் வெளிப்படையான தடிப்புகள் கண்டுபிடிக்கப்பட்டுவிட்டன. பல ஆண்டுகளாக இந்தத் தடிப்புகள் பால்பியானி மோதிரம் அல்லது பால்பியானி வளையம் (balbeanirings) என்று அதைக் கண்டுபிடித்த அறிவியல் வல்லுநரின் பெயரிலேயே அழைக்கப்படுகிறது. இந்த பால்பியானி வளையம் முதலில் கொசுவினப் பூச்சி வகையைச் சார்ந்த கைரோனோமஸ்ஸின்(chironomus)- உமிழ்நீர்ச் சுரப்பிச் செல்களில் கண்டுபிடிக்

கப்பட்டது. இதன்பின் இந்தத் தடிப்புகள் எங்கெல்லாம் அரக்கக் குரோமோசோம்கள் காணப்படுகின்றனவோ அவைகளிலெல்லாம் காணப்பட்டன. ஆனால், எல்லாத் தடிப்புகளும் பால்பியானி மோதிரம் அளவுக்குப் பெரியதாக இருப்பதில்லை. பெரிய அல்லது சிறிய தடிப்புகளெல்லாம் இப்பொழுது **புடைப்புகள்** (puffs) என்று அழைக்கப்படுகின்றன (படம் 88).



படம் 88

முந்தைய படத்தில் வரையப்பட்ட அதே உமிழ்நீர்ச்சுரப்பி அரக்கக்குரோமோசோம்களின் பகுதி இங்கே வரையப்பட்டிருக்கிறது.

ஒரு புடைப்பு உண்மையில் ஒரு குரோமோசோமின் ஒரு பகுதியாகும். அரக்கக் குரோமோசோம்கள் பல டி.என்.ஏ. இழைகளைக் (strands) கொண்டிருக்கின்றன. ஒவ்வொரு புடைப்பிலுள்ள பல குரோமோசோம் இழைகள் ஒன்றிலிருந்து ஒன்று பிரிக்கப்பட்டுக் கண்ணிகளை (loops) உருவாக்குகின்றன. இந்தக்

கண்ணிகள் குரோமோசோமின் மூல அச்சிலிருந்து வெளிநோக்கிப் பிதுங்கிக்கொண்டிருக்கின்றன. குரோமோசோமின் அமைவு இவ்வாறு நெகிழ்த்தப்பட்டிருப்பது உட்கருவில் அவைகளைச் சூழ்ந்துள்ள சூழ்நிலையுடன் டி.என்.ஏ. இழைகள் வேதியியல் எதிரெதிர் செயல் விளைவுகளை ஏற்படுத்துவதற்குச் சமமாக இருக்கிறது. உண்மையில் கண்களில் அதிவேகமான ஆர்.என்.ஏ. (R.N.A.) தொகுப்பு நிகழ்கிறது என்பது கதிரியக்க மூலப் பொருள்களைக்கொண்டு நிரூபிக்கப்பட்டிருக்கிறது. கண்ணிகளில் தொகுக்கப்பட்ட ஆர்.என்.ஏ.வின் கார ஆக்க அமைவு சைட்டோபிளாச ரைபோசோம் (ribosome) ஆர்.என்.ஏ.வினின்று வேறுபட்டிருக்கிறது. இந்த ஆர். என். ஏ. மெசஞ்சர் ஆர்.என்.ஏ. அல்லது (அஞ்சல் ஆர்.என்.ஏ.) (messenger R.N.A.) என்று நம்பப்படுகிறது (Edstrom and Beermann, 1962). மாறுகக் கூறினல் இந்தக் கண்ணிகள் (loops) குரோமோசோம்களின் பகுதிகளைக் குறிக்கின்றன. இவைகளில் ஜீன்கள் அல்லது மரபணுக்கள் அடக்கி-ஒடுக்கு நீங்கிய (de-repressed) நிலையில் இருக்கின்றன. மேலும் அவைகள் (கண்ணிகள்) குறிப்பாக மெசஞ்சர் ஆர்.என்.ஏ.வைத் தோற்றுவிப்பதில் செயலூக்கம் உடையனவாக இருக்கின்றன.

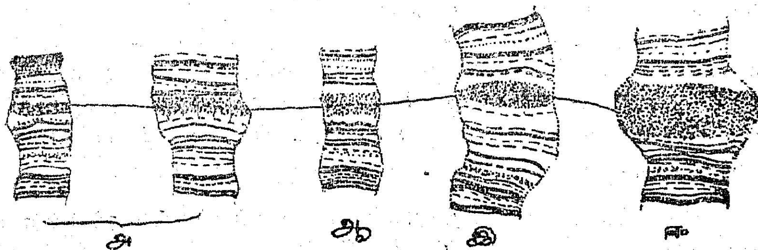
இதற்கும் மேலானதொன்று கண்டுபிடிக்கப்பட்டிருக்கிறது (Clever 1961; Becker; 1962; Beerman and Clever, 1964). அதாவது கண்ணிகளின் புடைப்பு மாதிரி பூச்சியின் வளர்ச்சி நிலைகளைப் பொறுத்து மாறியிருக்கிறது என்று கண்டுபிடிக்கப்பட்டிருக்கிறது. குரோமோசோம்களின்மேல் கண்ணிகள் வெவ்வேறு புள்ளிகளில் தோன்றுகின்றன. மேலும் அவைகள் பின் தங்கியநிலையில் மறைவுறலாம். அதே காலத்தில் புதிய கண்ணிகள் வேறு புள்ளிகளில் வளர்ச்சியுறலாம்.

வளர்உருமாற்றப்படிநிலை தனி மாதிரியான கண்ணிகளைக் கொண்டு தனிப் பண்புடையதாக இருக்கிறது. ஆராய்ச்சியின் கீழ் இருக்கும் ஓர் இனத்தின் அரக்கக் குரோமோசோமின் அமைவு விளக்கமாக அறியப்பட்டு இருந்தால் அதை மறுசீரமைப்பு செய்யமுடியும்.

இப்பொழுது குரோமோசோம்கள் அமைவில் ஏற்படும் மாற்றங்களுக்கும் முழுமையான விலங்கினுடைய புறத்தோற்ற உருவாக்க மாற்றங்களுக்கும் இடையில் தொடர்பு இருக்கிறதா இல்லையா என்ற வினு எழுகிறது (தோலுரித்தல்-வளர் உருமாற்றம்). முதலாவதாக ஜீன்களின் செயல் மாற்றங்கள் விலங்கின் ஒழுங்கமைவு மாற்றுருவம் அடைவதற்குச் சில தொடர்புகளைக்கொண்டிருக்க வேண்டுமென்று எதிர்பார்க்கப்

படலாம். இதற்கு மாருகப் பூச்சிகளில் தோலுரித்தலும் வளர் உருமாற்றமும் ஹார்மோன்களினுல் கட்டுப்படுத்தப்படுகின்றன என்பதைக் கண்டிருக்கிறேம் [எக்டைசோன், இளமைப்பருவ ஹார்மோன் ecdysome-juvenile hormone].

இந்தப் பொருள் குறித்துச் சில வெற்றிகரமான ஆராய்ச்சிகள் நடத்தப்பட்டிருக்கின்றன. சுத்தமான எக்டைசோன் கைரோ ஞேமஸ் லார்வாவினுள் (chironomus larva) செலுத்தப்படும் பொழுது, பியூப்பா தோலுரித்தல் நடைபெறும்பொழுது குரோ மோசோம் கண்ணிகளின் அமைவு எம் மாதிரியாகத் தோன்றி யதோ அதற்கொப்பான கண்ணிகளின் அமைவு மாதிரி அரக்கக் குரோமோசோம்களில் தோன்றும்படி செய்கிறது (படம் 89);



படம் 89

கைரோனோமஸ் லார்வாவினுள் எக்டைசோன் உட்செலுத்தப்படு வதால், உமிழ்நீர்ச் சுரப்பி அரக்கக் குரோமோசோமில் புடைப்புகள் தூண்டப்படுகின்றன.

அ, ஆ. செயற்படுத்தப்படாத லார்வா குரோமோசோம்கள் (கட்டுப்பாட்டினுள் வைக்கப்பட்டவைகள்)

இ, ஈ. கட்டுப்பாட்டினுள் வைக்கப்பட்ட குரோமோசோம்களின் அதே பகுதிகள், எக்டைசோன் உட்செலுத்தப்பட்டபின் அவைகளின் நிலையைக் காட்டு கிறது.

(Clever and Karlson, 1960). குரோமோசோம்களில் மாற்றங்கள் வெகுவிரைவில் நிகழ்கின்றன. எக்டைசோன் உட்செலுத்தப் பட்ட 15 முதல் 30 விகலைகளுக்குள் முதல் எதிர்ச்செயல் விளைவுகள் காணப்படுகின்றன. அதே நேரத்தில் லார்வாவி னுடைய கியூட்டிக்கிளில் தோன்றும் மாற்றங்களும் அதன் விளை வாகத் தோலுரித்து பியூப்பா நிலையை அடைவதற்கும் சில நாள்கள் தேவைப்படுகின்றன (Clever, 1961). ஹார்மோன்கள் ஆரம்பநிலையில் ஜீன்களின்மேல் செயல்படுகின்றன. ஜீன்களின் மாற்றமுற்ற செயல்பாடுகள் அதன்பின் திசுக்களும் செல்களும் மாறுபட்டு நடப்பதற்குக் காரணமாக இருக்கின்றன. இந்த முடிவுகள் பொது அறிவிற்கு உகந்ததாக இருக்கின்றன.

குரோமோசோம்களிலுள்ள வெவ்வேறு இலக்குகள் (loci) எக்டைசோன் ஹார்மோனுக்கு ஒரே வழியில் எதிர்விளைவுபடுவதில்லை என்பதற்கு ஆதாரங்கள் கிடைத்திருக்கின்றன. எக்டைசோன் உட்செலுத்தப்பட்டவுடன் குரோமோசோம்களில் ஒன்று அல்லது இரண்டு இலக்குகள் (loci) சீக்கிரத்திலேயே கண்ணிகளைத் தோற்றுவிக்கின்றன. இந்த இலக்குகள் ஹார்மோனுக்கு உடனடியாக எதிர்ச்செயல்படும் இடங்களாக இருப்பதுபோல் தோன்றுகின்றன. மற்றைய இடங்களில் (loci) கண்ணிகள் தோன்றலாம் அல்லது பின்னால் உருவளவில் அதிகரிக்கலாம். இந்தச் செயல்கள் முதல்நிலை இடங்களில் செயல்படும்படி செய்த ஜீன்களின் செயல்களைச் சார்ந்தே இருக்கின்றன என்று கூறப்படுகிறது. இந்த வழிகளில் எக்டைசோன் ஹார்மோன் இரண்டு மட்டும் அல்லது ஒரே ஒரு ஜீனை மட்டும் செயல்படும்படி செய்கிறது என்று தோன்றுகிறது. இது சங்கிலித் தொடர்பான எதிர்ச்செயல் விளைவுகளை ஆரம்பித்து மற்ற ஜீன்களையும், செயல்கள் முழுவதையும் சம்பந்தப்படும்படி செய்கிறது. இதன் விளைவாகத் தோலுரித்தலும் வளர்உருமாற்றமும் தோன்றி முடிவடைகின்றன.

இருப்பினும் பல சந்தேகங்கள் எழுப்பப்பட்டிருக்கின்றன. எக்டைசோன் அப்படியே ஜீன்களின்மேல் செயல்படுகின்றதா அல்லது செல்களுக்குள் காணப்படும் சூழ்நிலையை (milieu) மாற்றி அமைக்கிறதா, இந்த இரண்டில் எதை நிகழ்வுறச்செய்கிறது என்ற ஐயப்பாடுகள் தோன்றுகின்றன. செல்களினுள் காணப்படும் சூழ்நிலை (milieu) மாற்றம் ஜீன்களைப் பாதிக்கிறது. அரக்கக் குரோமோசோம்களின்மேல் கண்ணிகள் (loops) தோன்றுவது சில குறிப்பிட்ட தனி ஹார்மோன் செயல்களைவிட வேறுசில வற்றாலும் தூண்டப்படமுடியும். அயனிகளின் செரிமான மாற்றம் ஏதோ சில மயக்கமூட்டும் பொருள்கள் (narcotics) மேலும் உமிழ் நீர்ச்சுரப்பியை வெட்டியெடுத்து இரத்த நிணநீரில் (hemolymph) வைத்தால் குரோமோசோமினுடைய கண்ணிகளின் மாதிரி அமைப்பு செயல்விளைவுக்குட்படுத்தலாம். இந்த மாற்றங்கள் வளர்ச்சியின் ஏதோ ஒரு காலங்களில் இயற்கையான நிலைமையில் தோன்றுகின்ற அவைகளையே ஒத்ததாக இருக்கலாம். குறிப்பாக உமிழ்நீர்ச் சுரப்பியை வெட்டியெடுத்து இரத்த நிணநீரில் வளரவிடும்பொழுது (hemolymph explantation) அதிலுள்ள குரோமோசோம்கள் ஒரு கண்ணி மாதிரிக்குத் திரும்பிச் செல்கின்றன. இந்த மாதிரி வளர்ச்சியில் இளநிலையில் காணப்படுவதை ஒத்திருக்கிறது (rejuvenation). சில மயக்கமூட்டிகள், குறிப்பாக $ZnCl_2$ உள்ளுணர்வு அதிகமான இளநிலை பியூப்பா படிநிலையில் கொடுக்கப்படும்பொழுது பியூப்பாவின் பின் படிநிலைக்குத் தனிச்

சிறப்புடைய ஒரு கண்ணி மாதிரியைத் தோற்றுவிக்கலாம்(Kroeger, 1963—1964). $ZnCl_2$ ஆல் தோற்றுவிக்கப்பட்ட கண்ணிகள் ஆர்.என்.ஏ.மூலப் பொருள்களை அதிக அளவில் உள்ளடக்கிக் கொள்வதைக் காட்டுகிறது (Kroeger, 1963). ஆனால், தனித் தன்மையற்ற இயக்கிகள் வளர்உருமாற்றத்தையோ, தோலுரித் தலையோ அல்லது புற அமைப்புகளிலோ மாற்றங்களை ஏற்படுத் துவதாக இல்லை. ஆனால், குரோமோசோம்களில் மட்டும் மாற் றங்களை ஏற்படுத்துகின்றன.

பூச்சிகளின் வளர்உருமாற்றத்தில் நிகழ்த்தப்பட்ட பரிசோதனை களிலிருந்து பெற்ற முடிவுகளுக்கும் நீர் நிலவாழ்வனவற்றின் கருக்களின் முதல்நிலை இணைத்துருவாக்கும் (primary organizer) கூறுவில் நிகழ்த்தப்பட்ட ஆராய்ச்சிகளிலிருந்து கிடைத்த முடிவு களுக்கும் நெருங்கிய ஒற்றுமைகள் இருப்பது வியப்பாக இருக் கிறது. இந்த இரண்டு எடுத்துகாட்டுகளிலும் வெளிப்படையான எதிர்ச்செயல் விளைவு செல்த்தொகுதிகளின் செயல்களையே தொடர்புபடுத்துகிறது. இந்த எதிர்ச்செயல் விளைவுகள் செல் களின் நடத்தையை மாற்றுகிறது. அவைகள் புதியதொரு வேறு பாடடைதலையும் பெறுகின்றன (பூச்சிகளில் செல்கள் லார்வா நிலைமையிலிருந்து பியூப்பா அல்லது முதிர்பூச்சி நிலைக்கு மாறு கிறது. நீர் நிலவாழ்விகளின் கருவில் இருபடைக் கருக்கோளப் புற அடுக்கு மாறுபாடடைந்து நரம்புத் திசுவாகிறது). இந்த இரண்டு எடுத்துக்காட்டுகளிலும் மாற்றம் உட்கரு ஜீன்களின் செயல்களில் ஏற்படும் மாறுபாடுகளினாலேயே தோற்றுவிக்கப்படுகிறது என்ற முடிவுக்கு வருகிறோம். இந்த மாற்றம் ஜீன்கள் அவைகளாகவே தன்னியல்பாகவே ஏற்படுத்தப்பட்ட மாற்றங்கள் அல்ல; ஆனால், ஒரு புறக்காரணியால் வெளிக்கொண்டுவரப்பட்டிருப்பதாகும். இந்தப் புறக்காரணி வளர்உருமாற்றம் அடையும் பூச்சிகளில் எக்டைசோனாகவும் நீர்நில வாழ்வனவற்றின் கருவில் நரம்புத் தன்மையுடையதாக்கும் பொருளாகவும் (neuraltzing) இருக் கின்றன. முடிவில் இயற்கையாகத் தூண்டியியக்கும் பொருள் களின் இந்த இரண்டு எடுத்துகாட்டுகளிலும் அசாதாரணத் தூண்டியக்கிகளால் போலித் தோற்றச் செயலைச் செய்ய முயல லாம். ஆனால், பூச்சிகளில் வளர்உருமாற்றத்தையும், தோலுரித் தலையும் அசாதாரண தூண்டியக்கிகளால் இயற்கையான இயக்கி களின் முழுமையான விளைவுகளைப் பிரதிபலிக்க முடியாததாக இருக்கின்றன.

வளர்உருமாற்றத்தில் சில முடிவான கருத்துகள் (Final Remarks on Metamorphosis): நீர் நில வாழ்விகள் பூச்சிகள் ஆகிய வற்றின் வளர்உருமாற்றம் ஹார்மோன்களால் புற உருவ

அமைப்புச் செய்முறைகளைக் கட்டுப்படுத்துகின்றன என்பதற்கு ஒரு தலைசிறந்த எடுத்துக்காட்டாகும். வளர்உருமாற்றத்தில் நடத்தப்பட்ட ஆராய்ச்சிகள் மாறுபாடடைதல் (differentiation) ஊடுபரவும் வேதியியல் பொருள்களையே சார்ந்திருக்கின்றன என்பது வெளிப்படுகிறது. திசுக்கள் வளர்ச்சி அல்லது செய்முறை சார்ந்து வளர்க்கப்பட்ட நுண்மத் திசுத்தொகுதி களில் (tissue culture) ஊடுபரவும் பொருள்களினால் செயல்களின் மாறுபாடடைதலில் ஏற்படுத்தப்படும் ஆக்கவிளைவுகளைப்பற்றி நடத்தப்பட்ட பரிசோதனைகளின் முடிவுகளை மேற்கண்டவற்று டன் ஒப்பிட்டுப்பார்க்கவேண்டும்.

பூச்சிகள், நீர்நில வாழ்விகள், ஆகியவைகளின் வளர்உரு மாற்றத்தில் மாறுபட்ட ஹார்மோன்களின் ஒன்றுக்கும் மற்றொன் றுக்கும் உள்ள தொடர்பை ஒப்பிட்டுப்பார்க்கும்போது இந்த இரண்டு தொகுப்பு விலங்குகளும் தனிச்சிறப்புடைய பொதுவான ஒற்றுமையுள்ள பிறவினை இயல் இயக்கமுறைகளைத் (causative mechanisms) தோற்றுவித்திருப்பதைப் பார்க்கும்பொழுது வியப் படைய வேண்டியதாக இருக்கிறது. இரண்டு எடுத்துக்காட்டு களிலும் மாற்றுஉருவாக்கம் (transformation) மூளையோடு நெருங் கிய தொடர்புடைய சுரக்கும் உறுப்புகளால் ஆரம்பித்து வைக்கப் படுகிறது. நீர்நில வாழ்விகளில் கீழ்வளர்ச்சியும் அல்லது ஹைப்போ ஃபைசிஸ் (hypophysis) பூச்சிகளில் மூளையோடு இணைநரம்புச் சுரப்பிகளும் (neurosecretory glands) ஆகும். இந்த இரண்டு எடுத்துக்காட்டுகளிலும் முதல்நிலை மையத்தின் (primary centre) சுரப்புப் பொருள் திசுக்களின்மேல் நேரடியாகச்செயல்விளைவுகளை ஏற்படுத்தவில்லை. ஆனால், அவைகள் இரண்டாவது நாளமில் லாச் சுரப்பியான (அதாவது நீர்நில வாழ்விகளில் தைராய்டு சுரப்பியும் பூச்சிகளில் மார்புப்புறச் சுரப்பிகளும்) இவற்றைத் தூண்டுகின்றன. எவ்வாறிருப்பினும் பூச்சிகளில் இளமைப்பருவ ஹார்மோனுக்கு ஒப்பான ஹார்மோன் நீர்நில வாழ்விகளில் காணப்படவில்லை. நீர்நில வாழ்விகளில் இயல்பான பருவத்திற்கு முன்பே வளரக்கூடிய வளர்ச்சியைத் தடுக்கவோ நடைபெறும விருக்கும்படி செய்யவோ ஹார்மோன்களினால் முடிவதில்லை. குறைந்தபட்சம் அப்படிப்பட்டதொரு ஹார்மோன் அல்லது ஊக்கி இருப்பதாக இன்னும் கண்டுபிடிக்கப்படவில்லை.

நீர்நில வாழ்விகள் பூச்சிகள் ஆகியவற்றைத் தவிர மற்றைய விலங்குகளின் வளர்உருமாற்றப் பிறவினை ஊக்கிகளைப்பற்றி மிகக் குறைந்த அளவே செய்திகள் கிடைத்திருக்கின்றன. அவை களுடைய மாற்றுஉருவாக்கம் ஹார்மோன்களால் கட்டுப்படு கின்றனவா இல்லையா என்பதை நாம் இன்னும் அறிய முடிய வில்லை. சைக்லோஸ்டோம்ஸின் (cyclostomes) லார்வா (அம்மோ

சீட்டஸ்) முதிர்விலங்காக மாற்று உருவாக்கம் (transformation) அடைதல் ஹார்மோன்களால் தூண்டப்படுகிறது என்று எதிர் பார்க்கப்படுகிறது. ஆனுல், இந்தச் செயல் நடைபெறுவதாகத் தோன்றவில்லை. தைராக்சின் (thyroxine) அம்மோசீட்டஸ் மாற்று உருவம்பெற்று லாம்பிரேவாக மாற்றப்படுவதைத் துரிதப் படுத்தவில்லை (Gorman and Bern, 1962).

அசிடியன் தலைப்பிரட்டைகளின் வால்பகுதி உறிஞ்சப்படுவது சில வழிகளில் உடலின் முன்பாகங்களைச் சார்ந்திருக்கிறது. முன் முனையை ஒட்டும் நீட்சங்களுடன் (adhessive papillae) வெட்டி யெடுத்தால் வால்பகுதியின் இழைமப்பொருள் அழுகுவது தடைப் படுத்தப்படுகிறது (Oka, 1943). அசிடியன் தலைப்பிரட்டைகளைத் தைராய்டு ஹார்மோன்களில் தோய்த்தால் (treate) வளர்உரு மாற்றம் துரிதப்படுத்தப்படுகிறது (Weiss, 1928). இந்தச் செயல் தனித் தன்மையுடையதாக இல்லை. ஏனென்ருல் அசிடியன் தலைப் பிரட்டை அதற்குச் சொந்தமான தைராய்டு சுரப்பியை வைத் திருக்கவில்லை. அசிடியன் தலைப்பிரட்டைகளை வடித்தெடுத்த நீரிலோ அல்லது மயக்கும் பொருள்களிலோ (narcotics) தோய்த் தெடுத்தால் இவைகளும் அதே விளைவுகளையே தோற்றுவிக் கின்றன (Oka, 1958).

எண்ணற்ற பரிசோதனைகள் வெவ்வேறு முதுகெலும்பற்ற வைகளின் லார்வாக்களில் வளர்உருமாற்றத்தில் நிகழ்த்தப்பட்டு இருக்கின்றன. (டியுபுலேரியா, ஃப்ரையோசோவா கடல் அர்ச்சின் கள் மெல்லுடலிகள் (tubularia, bryozoa, sea-urchins, mollusca). பலவிதமான வேதியியல் பொருள்களில் தோய்வுறச்செய்தால் [உதாரணமாக செம்பு உப்புகள் (copper salts)] சாதகமான விளைவு களையே ஏற்படுத்தின (Seelynch, 1961). எவ்வாறிருப்பினும் எவ்வகையான காரணிகள் சாதாரண நிலைமைகளில் வளர்உரு மாற்றத்தை நிகழ்வுறச் செய்கின்றதென்பது கண்டுபிடிக்க முடியாததாக இருக்கிறது. இதுவரை ஆராயப்பட்ட எந்த விலங்குகளிலும் வளர்உருமாற்றச் செய்முறைகளில் ஹார் மோன்கள் முடிவான பங்கை ஏற்கவில்லை என்று அறியப்பட் டிருக்கிறது. இந்தக் கருத்திற்கு ஒரு விதிவிலக்கு இருக்கிறது. வளையப்புழுவான பிளாட்டிநீரிஸ் டியுமிரிலி (platyneris dumerilti) பாலிலிஉருவம் மாற்றுருவம்பெற்று பால் உருவம் அடைவதால் காட்டப்படுகிறது. இந்த மாற்றுருவம்பெறுதல் பாலிலி விலங்கின் வாய்சூழ்ப்பகுதியால் (prostomium) வெளிக்கொணரப் படும் நரம்புச் சுரப்பி ஹார்மோனைச் சார்ந்தே இருக்கிறது. இந்த ஹார்மோன் மாற்றுருவம் அடைவதைத் தடுக்கிறது. பால்உருவம் வாய்சூழ்ப்பகுதி சுரக்கும் ஹார்மோன் நீக்கப்படும் பொழுது வளர்ச்சியடைகிறது (Hauenschild, 1964).

13. பாலிலி இனப்பெருக்கம்

(Asexual Reproduction)

பால் சுழற்சியின் (sexual cycle) எந்த நிலைகளும் பங்கு பெருமல் ஒரு புதிய உயிர் தோன்றுவதைப்பாலிலி இனப்பெருக்கம் என்று கூறலாம். பால் இனச் செல்கள் முதிர்ச்சியுருமலும், இனக்கலப்பு நடைபெருமலும் புதிய உயிர் தோன்றுகிறது. இனச் செல்கள் முதிர்ச்சியுருததால் குன்றல் பிரிவும் அதன் வழியாகக் குரோமோசோம்களின் எண்ணிக்கை குறைக்கப்படுவதும் நிகழ்வதில்லை. பல செல் விலங்குகளில் பாலிலி இனப்பெருக்கம் புதிய விலங்குகள் தோன்றுவதற்கு ஒரு வழியாக இருக்கிறது. இந்த வழியில் விலங்குகள் உடல் செல்களிலிருந்து தோன்றுகின்றன. இது இனச் செல்களிலிருந்து (gametes) புதிய உயிர் தோன்றுவதற்கு எதிர்மாருக இருக்கிறது.

இந்த அத்தியாயத்தில் பாலிலி இனப்பெருக்கத்தின் பரிணமமும் அதனுடைய தக அமைதலின் முக்கியத்துவத்தையும் பற்றியே பெரிதும் எண்ண வேண்டியவர்களாக இல்லை. மேலும் பாலிலி, பால் இனப்பெருக்கச் சுழல்களையும் அவற்றைக் கட்டுப்படுத்தும் காரணிகளையும் பற்றி நாம் ஆராய வேண்டியதில்லை. விலங்கின் முன்னமேயே மாறுபாடடைந்த பாகங்கள் எப்படி மீண்டும் எழுச்சிமிக்க புற உருவாக்கச் செய் முறைகளை அடைகின்றன என்பதைப்பற்றி அறியவே ஆர்வமிக்கவர்களாக இருக்கிறோம். பெற்றோர் விலங்கின் எந்தப் பாகங்கள் பாலிலி இனப்பெருக்க முறையில் ஒரு புதிய விலங்கைத் தோற்றுவிக்கிறதோ அந்தப் பாகங்களையே கரு மூலப்பொருள் என்று அழைக்கிறார்கள். அது எப்பொழுதும் செல் தொகுதிகளால் உருவாக்கப்பட்டிருக்கிறது. அப்படியிருக்க பால் இனப்பெருக்கத்தில் புதிய விலங்குகள் கருவுற்ற முட்டையிலிருந்து அல்லது கன்னி இனப்பெருக்க வழியில் தூண்டப்பட்ட அண்டத்திலிருந்து

தோன்றுகின்றன. கருமூலப் பொருள்களிலிருந்து வளர்ச்சி தோன்றுவதால் கருமூலப் பொருளாக்கம் (blastogenesis) என்று அழைக்கலாம். இது கருவாக்கத்திற்கு (embryogenesis) நேர் மாறுனதாகும். பாலிலி இனப்பெருக்கத்திலிருந்து உருவாகும் விலங்கு பிளாஸ்டோ சூவாய்டு அல்லது முகிழ்ப்பு உயிர்த் திற உரு (blasto zovid) என்றும் முட்டையிலிருந்து தோன்றும் விலங்குகள் ஊசூவாய்டு அல்லது உயிர்த்திற உரு (oozooid) என்றும் அழைக்கப்படுகின்றன.

முகிழ்ப்பு உயிர்த்திற உரு (blasto zooids) உயிர்த்திற உருக்களைப் (oozooids) போன்றே ஒரே மாதிரியான பொதுவான அமைப்பைக் கொண்டிருக்கலாம். அல்லது உயிர்த்திற உருக்களிலிருந்து வேறுபடுத்திக் காண முடியாததாகக்கூட இருக்கலாம். முற்றிலும் மாறுபட்ட ஆரம்பநிலைகளைக் கொண்டவைகளிலிருந்து எப்படி இது பெறப்படுகிறது என்பது பாலிலி இனப்பெருக்கத்தைப் பொறுத்தமட்டில் இரண்டாவது முக்கியமான பெரும்பிரச்சினையாக இருக்கிறது.

பாலிலி இனப்பெருக்க வடிவமும் நிகழ்வும் (Occurrence and Forms of Asexul Reproduction): பாலிலி இனப்பெருக்கம் பல் வகையான விலங்குகளில் நடைபெறுகிறது. இவ்வாறு நடைபெறுவதற்குப் புதிய விலங்குகளைத் தோற்றுவிப்பதற்கு ஒதுக்கப்படும் திசுக்களின் அளவும் இதோடிணைந்து இந்தத் திசுக்களின் இணைத்துருவாக்கப்பட்டிருக்கும் தராதரமும் பெரும்பாலும் காரணமாக இருக்கின்றன. துண்டத்தின் வடிவளவையும் இணைத்துருவாக்கத்தின் தராதரத்தையும் வழிகாட்டும் கொள்கைகளாக எடுத்துக்கொண்டு மெட்டாசோவாவில் (metazoa) காணப்படும் எண்ணிலடங்காத் தக அமைதல்களின் பலவான தன்மையை மூன்று முக்கிய மாதிரிகளாகப் பிரிக்கலாம்.

1. பிளவுபடல் (Fission): புதிய விலங்குகள் தாய் விலங்கின் உடலின் பெரிய பகுதியிலிருந்து உருவாக்கப்பட்டிருக்கின்றன. மேலும், மாறுபாடடைந்த உறுப்புகளும் திசுக்களும் அல்லது அவைகளின் பாகங்களும் வழித் தோன்றல்களுக்குக் (offspring) கடத்தப்படுகின்றன.

2. அரும்பு விடல் (Budding): புதிய விலங்குகள் பெற்றோர்களின்புறப்பரப்பின் மேலுள்ள ஒரு சிறிய வெளிவளர்ச்சியிலிருந்து வளர்ச்சியுறுகின்றன. பெற்றோர்களின் உறுப்புகள் அப்படியே இளஞ்சந்ததிகளுக்குக் கடத்தப்படவில்லை. ஆனால், அரும்பு வளர்ச்

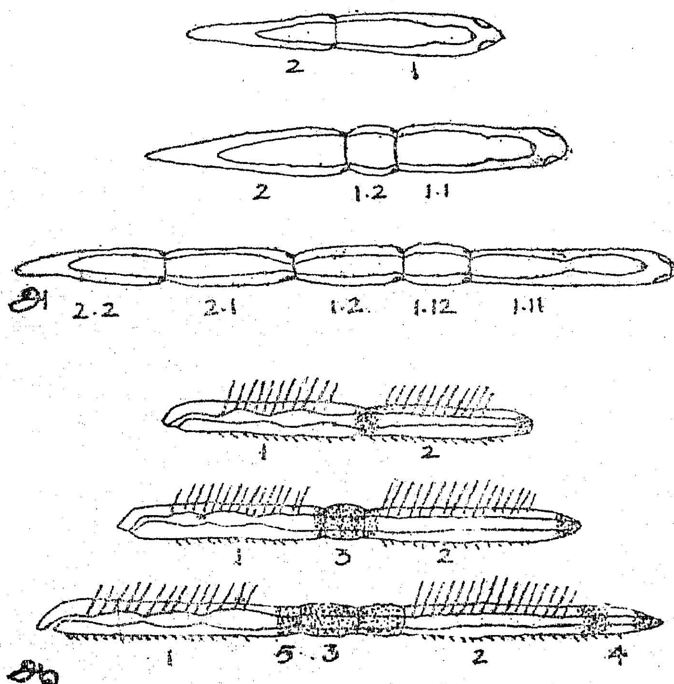
சியின் ஆரம்பநிலைகள் பெற்றோர் விலங்குகளால் பராமரிக்கப்படு கின்றன.

3. ஜெம்மியூல் தோற்றுவித்தல் (Gemmule) : புதிய விலங்கு செல்த்தொகுப்புகளிலிருந்து வளர்ச்சியுறுகிறது. இந்தச் செல்கள் முற்றிலும் தாய் விலங்குகளிலிருந்து பிரிக்கப்பட்டு பரப்பப்படு கின்றன (disseminate). ஆகையால் வளர்ச்சி ஆரம்பத்திலிருந்தே தாய் உடலிலிருந்து முற்றிலும் தனித்தே நடைபெறுகிறது.

பிளப்பு (Fission): ஒரு முதிர்ந்த விலங்கைக் கிட்டத்தட்ட சமவடிவளவுடைய இரு பாகங்களாகப் பிரிப்பது மிக எளிய முறைப்பிளப்புக்கு எடுத்துக்காட்டாகும். இது ஒரு செல் உயிரி களின் இருசமப் பிளவை ஒத்திருக்கிறது. மெட்டாசோவாவில் குறிப்பாக மெல்லுடலிகளிலும், புழுக்களிலும் இது மிகவும் பொருத்தமான வடிவில் தோன்றுகிறது (typical). சில பவளப் பாறைகளில் ஆந்தோசோவாவில் (anthozoa) பிளப்பு மிக அரிதான வடிவில் நடைபெறுகிறது. அதாவது பிளப்புத்தளம் உடலின் நீளவாக்கு அச்சில் செல்கிறது. ஆகவே, பிளப்பு நீளவாக்குப் பிளப்பாக இருக்கிறது. கடல் பரப்பைகளிலும் (brittle stars) பிளப்பு நடைபெறுகிறது. எடுத்துகாட்டாக ஒஃபியாக்டிஸ் சோவிக்நைவில் (ophiactis savignji) பெற்றோர் விலங்குகளின் தட்டில் குறுக்காக உடைகின்றது. ஒவ்வொரு அரைப்பகுதியும் அதன் பின் முன்னேறிச்சென்று தட்டின் காணமற்போன அரைப்பகுதி யையும் மூன்று கைகளையும் மறுவளர்ச்சியுறும்படி செய்கிறது. புழுக்களில் (Berrill, 1952) பிளவுத்தளம் உடல் நடு அச்சிற்குக் குறுக்காக இருக்கிறது. ஆகவே, புழு முன், பின் அரைப்பகுதி களாகப் பிரிக்கப்படுகின்றது. இந்த மாதிரி இனப்பெருக்கம் இராப்டோ சீல், டர்பெல்லேரியன்கள் (rhabdocoel, turbella ians), வளையத்தசையுடைய பாலிக்கேட்டஸ், ஆலிகோகேட்டஸ்களிலும் (polychaetes, oligochaetes) காணப்படுகிறது. இரண்டு பாதி களும் அல்லது அரைப்பகுதிகளும் பெற்றோர்களிடமிருந்து மரபு ரிமையாக தோல் செரிமான மண்டலத்தின் ஒரு பகுதி நரம்பு நாரின் ஒரு பகுதியும் வளையத்தசைப் புழுக்களில் பல எண்ணிக்கை யுள்ள நடு அடுக்குக் கண்டங்களையும் அவைகளிலுள்ள தசைகள் கழிவு நீக்க உறுப்புகளான நெஃப்ரீடியாக்களையும் இராப்டோ சீல்களில் இதற்கொப்பான பாரென்கைமாட்டஸ் (parenchymatous) பகுதிகளையும் பெறுகின்றன. பின்பக்கமுள்ள விலங்கு முதன் முதலில் தலையற்றது. ஆகவே, ஆரம்ப முதற்கொண்டே தொண்டைமேல் நரம்புச் செல்திரள் (supraoeso phageal), உணர் உறுப்புகள், கண்கள் (eyes), உணர்கொம்புகள், வாயுறுப்புகள் போன்றவைகளைப் பெற்றிருக்கவில்லை. பிளவு முடிந்த உடனடி

யாகவோ அல்லது பிளவுக்குத் தயாராகிக்கொண்டிருக்கும் பொழுதோ தலை உண்டாக்கப்படுகிறது. ஆகையால் இரண்டு முகிழ்ப்பு உயிர்த் திற உரு பிரியும்பொழுது முற்றிலும் வளர்ந்த ஓர் பின் உயிர் இருக்கிறது.

ஒன்றிலிருந்து மற்றொன்று பிரித்தெடுப்பதற்கு முன்பே இராப்டோசில்களிலும், சில அலிகோ கேட்டஸ்களிலும் (rhabdocoeles, oligochaetes) புதிய பிளப்புகள் ஒன்று அல்லது இரண்டு தலை



படம் 90

புழுக்களில் குறுக்குப் பிளவு முறையில் இனப்பெருக்கம்.

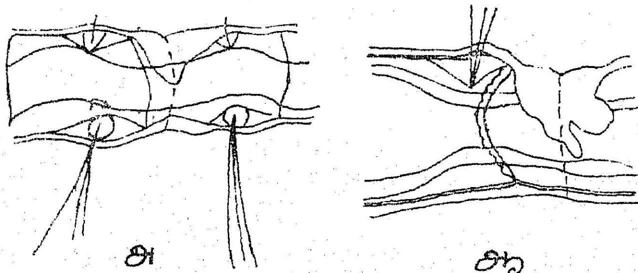
அ. இராப்டோசீல் டர்பெல்லேரியன் ஸ்டினோஸ்டோமம்.

ஆ. நேய்ஸ் ஆலிகோ கேட்டிலில் எண்கள், ஒன்றன்பின் ஒன்றாகத் தனித்தனி பிலாஸ்டோட் சுவாய்டு தோன்றுவதைக் காட்டுகிறது.

முறை இளம் உயிர்களால் ஆரம்பித்து வைக்கப்படலாம் (படம்90). அதன் முடிவு ஒரு சங்கிலிக் கோப்பான முகிழ்ப்பு உயிர்த் திற உருவாக (blastozooid) ஆக இருக்கிறது. அவைகளில் சில மாறுபட்ட திரும்பவும் மாற்றி அமைக்கும் (reconstitution) நிலைகளிலிருக்

கின்றன [தலையின் வளர்ச்சியின் தராதரம்]. பிளவும் கூட மிகவும் சமஅளவு உள்ளதாக இல்லை. ஆகவே, இரண்டு அல்லது பல உயிர்த்திற உருக்களில் (zooids) எது பெற்றோருடையது, எது இளந்தலைமுறையைச் சார்ந்தது அல்லது மற்றவைகளைச் சார்ந்தது என்று தெளிவாக வேறுபடுத்திக் காணமுடியும்.

சில எடுத்துக்காட்டுகளில் அடுத்தடுத்துவரும் குறுக்குப் பிளவுகள் முன்னால் நடந்த பிளப்புகள் முடிவடைவதற்கு முன்பே தோன்றுகின்றன. இதன்விளைவாகத் தனிச்சிறப்பு வாய்ந்த குறுக்குப்பிளப்பு வடிவம் தோன்றுகிறது. இது ஸ்டிரோபிலா உருவாக்கம் (strobilation) என்று அறியப்படுகிறது. இதில் எண்ணிக்கையில் பலவான குறுக்குப் பிளப்புகள் ஒரே காலத்திலோ அல்லது ஒன்றைத்தொடர்ந்து ஒன்றோ தோன்றி பல எண்ணிக்கையுள்ள இளந்தலைமுறை முகிழ்ப்பு உயிர்த்திற உருக்கள் தோன்றுகின்றன. இதுதான் ஸ்கைஃபோசோவாவிற்குத் (scyphozoa) தனிச் சிறப்புடைய இனப்பெருக்க முறையாகும். ஸ்கைஃபோசோவாவில் பாலிலி பாலிப்பாய்டு (polypoid) தலைமுறை, பால் மெடுசாய்டு (medusoid) தலைமுறையைக் கொடுக்கிறது. இதுபோன்ற பல எண்ணிக்கையுள்ள குறுக்குப் பிளவுகள் சில பாலிக்கேட்டஸ்களிலும் (polychaetess), காணப்படுகின்றன மேலும் அஸ்சிடியன்களிலும் (ascidians) காணப்படுகின்றன. அஸ்சிடியன்களில் உடலின் வயிற்றுப் பகுதிதான் குறுக்குப்பிளவு (Berril, 1951) முறையில் பிளவுபடுகிறது. இப் பகுதியில் சுவாச அறை காணப்படவில்லை; ஆனால், குடலின் மடிப்பு காணப்படுகிறது.



படம் 91

வளையத்தசையுடலிகளில் குறுக்குப்பிளவின் ஆரம்பப் படிநிலைகள்.
அ. பெரிஸ்டிரு. ஆ. கோட்டோகாஸ்டர்.
புறத்தோலடுக்குத் தடிப்புகள் தெளிவாகக் காட்டப்பட்டிருக்கின்றன.

புழுக்களிலும் அஸ்சிடியன்களிலும் சுவாய்டுகள் ஆரம்பநிலையில் பிரிக்கப்படுதல் புறத்தோலின் புறத்தோலடுக்குகளால் செய்யப்

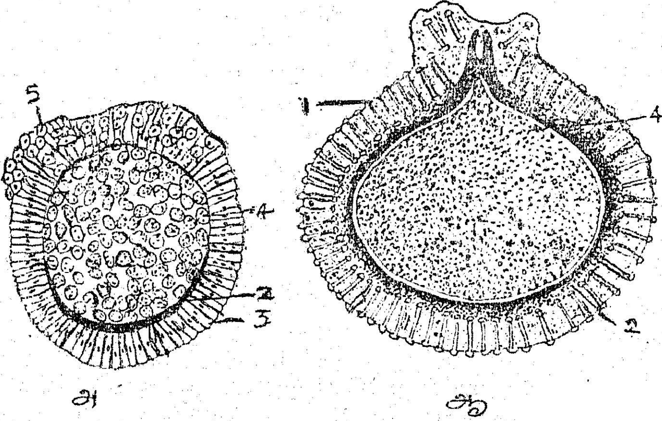
படுகிறது. புறத்தோலடுக்கு வட்டமான நெருக்கத்தைத் தோற்று விக்கிறது. இது உள்நோக்கி வெட்டுகிறது; உள் உறுப்புகளைப் பிரிக்கிறது. மேலும், இதன் விளைவாக விலங்கின் உடல் இரண்டாக வெட்டப்படுகிறது (படம் 91); (Berrill 1952),

மொட்டு விடுதல் (Budding): இவ்வகை மாதிரிக்கு மிகவும் பொருத்தமான மொட்டுவிடுதல் குடற்குழியுடலிகளிலும் (coelenterates), அசிடியன்களிலும் காணப்படுகின்றன. மேலெழுந்த புறப்பரப்பில் இளநிலை மொட்டுகள் ஒரு சிறிய வீக்கமாகவோ அல்லது திரளையாகாவா (nodule) வளர்கிறது; வடிவம் பெறுகிறது; வாயை உருவாக்குகிறது. வாய்சூழ் டெண்டக்கிள்களைத் (tentacler) தோற்றுவிக்கின்றன. இவைகள் குடற்குழியுடலிகளில் நடைபெறுகின்றன. அசிடியன்கள் அல்லது டியூனிக்கேட்ஸில் (tunicates) அவைகள் சுவாச அறையையும் (branchial chamber) அதோடு தொடர்புடைய மற்றைய உறுப்புகளான முன்னறைக் குழி (atrial cavity), வாய்க்குழாய் (oral siphon) முன்னறைக் குழாய் (atrial siphon) போன்றவைகள் வளர்ச்சியுறுகின்றன. மொட்டு தாய் உடலிலிருந்து முழுமையாகப் பிரிக்கப்பட்டிருக்கலாம் அல்லது தாயுடன் எப்பொழுதும் இணைந்தேயிருக்கலாம். இவ்வாறு இருந்தால் இந்த அமைப்பு சமூகம் (colony) தோன்றுவதற்குக் காரணமாக இருக்கிறது. நன்னீர் ஹைடிரா எப்பொழுதும் சாதாரண தனிப்பாலிப்பு வடிவில் உயிர் வாழ்கிறது. சேய் விலங்குகள் (daughter) தாய் உடலினுடன் ஒட்டிக்கொண்டிருக்கின்றன. சில சமயங்களில் துணைநிலை மொட்டுகளைக்கூட சேய் விலங்குகள் தோற்றுவிக்கின்றன. ஆனல், இதன் விளைவாக இந்தத் தற்காலிகமான சமூகம் தனித்தனி விலங்குகளாகப் பிளவுபடுகிறது.

மொட்டுகள் (buds) எப்பொழுதும் நேரடியாகப் பெற்றோர் சூவாய்டுகளின் (parental zooids) உடலின்மேல் உருவாவதில்லை. அடிக்கடி இந்த மொட்டுகள் தாய்விலங்குகளில் பிரத்தியேகமான புற வளர்ச்சிகளின்மேல் வளர்ச்சியுறுகின்றன. இந்தப் புற வளர்ச்சிகள் சாய்நிலைக் கிளைகள் (stolons) என்றழைக்கப்படுகின்றன. இவைகள் எல்லாப்பண்பும் கொண்ட மாதிரிக் குறியீடாய் (typically) பல டியூனிக்கேட்களில் அமைந்திருக்கின்றன. ஆனல், ஹைடிரோ சோவா (hydro zoan) சமூகக் கிளைகளின் மேல் தோன்றும் பாலிப்புகள் (polyps) இதே முக்கியத்துவத்தைக்' கொண்டிருக்கின்றன.

ஜெம்மியூல் தோற்றுவித்தல் Gemmule Formation): இவ் வடிவான பாலிலி இனப்பெருக்கம் நன்னீர் புழையுடலிகளிலும்

(sponges) ப்ரையோசோவன்களிலும் (bryozoan) காணப்படுகிறது. இரண்டு எடுத்துக்காட்டுகளிலும் திரள்கள் (bodies) தோற்றுவிக்கப்படுகின்றன. இவைகள் புழையுடலிகளில் ஜெம்மியூல் (gemmules) என்றும் ப்ரையோசோவன்களில் (bryozoans) ஸ்டேட்டோப்ளாஸ்டுகள் (statoblasts) என்றும் அழைக்கப்படுகின்றன. இவைகள் தாய்வழி விலங்குகளோ அல்லது தாய்வழிச் சமூகமோ சாதகமற்ற சூழ்நிலைகளில் [மிதவெப்ப நாடுகளில் குளிர்காலத்திலும், அதிவெப்ப நாடுகளில் கோடைக்காலம் அல்லது பஞ்சக் காலத்திலும்] இறந்துவிட்ட பின்னும் உயிர்வாழ்கின்றன. ஜெம்மியூல்களும் ஸ்டேட்டோப்ளாஸ்டுகளும் (stato blasts) பெற்றோர் உடல்களின் உட்பகுதிகளில் எண்ணிக்கையில் பலவான மாறுபாடடையாத (undifferentiated) செல்களிலிருந்து தோன்றும் செல்களைத் தனிச்சிறப்புடைய முட்களைக்கொண்ட (spicules) ஓட்டினுள் (shell) வைக்கப்படுவதால் புழையுடலிகளில் தோன்றுகின்றன (படம் 92). தாய் உடல் அழிக்கப்படும்பொழுது



படம் 92

இஃபைடேட்டியா புழையுடலியின் ஜெம்மியூல்

அ. உருப்பெற்றுக் கொண்டிருக்கும் ஜெம்மியூல்

ஆ. பக்குவமடைந்தபடிநிலை ஜெம்மியூல்

1. ஆம்பித்தட்டுகள், 2. கியூட்டிக்கிள் சவ்வு, 3. எபித்தீலியம், 4. ஆர்க்கியோ சைட்டுகள், 5. டிரோஃபோ சைட்டுகள்

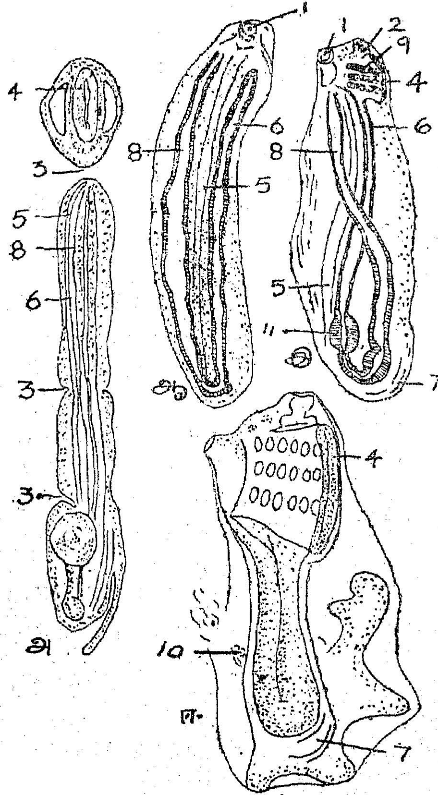
ஜெம்மியூல்களும், ஸ்டேட்டோபிளாஸ்டுகளும் விடுவிக்கப்படுகின்றன. சாதகமான நிலைமைகள் தோன்றியபின் ஓட்டினுள் இருக்கும் செல்கள் வெடிப்புற்று வெளிப்படுகின்றன. வெடிப்பின் வழியாகச் சிதறப்பட்ட செல்களிலிருந்து புதிய விலங்குகள்

வளர்ச்சியுறுகின்றன. ஜெம்மியூல்களுக்கு அப்படிப்பட்ட சாதக மான சூழ்நிலை 16 டிகிரி செண்டிகிரேட் வெப்பநிலை ஆக இருக் கிறது (Brien, 1932).

பாலிலி இனப்பெருக்கத்தில் ஆக்கச் செல்கள் பிறப்பிடம் (Sources of Cellular Material in asexual Reproduction): மாறுபாட டைந்த விலங்குகள் புதிதாகத் தோன்றும் புற உருவாக்கச் செயல் களில் ஈடுபட்டு அவைகளின் புதிய உறுப்புகளைத் தோற்றுவிப்ப தற்கு எந்த இடத்திலிருந்து ஆக்கச் செயல்களைப் பெறுகின்றன என்பது பாலிலி இனப்பெருக்கத்தில் எதிர்ப்படும் மிக முக்கிமான பிரச்சினையாகும்.

பிளப்புமூலம் தோன்றும் பாலிலி இனப்பெருக்கத்தில் தோன்றும் புதிய பாகங்களை விளக்குவதில் மிகக்குறைந்த இன்னல்களே எதிர்ப்பட்டன. பிளப்பு இனப்பெருக்கம் மறு வளர்ச்சிக்கு (regeneration) மிக நெருங்கிய தொடர்புடையது. வேறுவகையில் சொன்னால் மறுவளர்ச்சிப் பிறப்பு, பாலிலி இனப் பெருக்கத்திற்கு மிகவும் அடிப்படையான ஒரு பாகமாக இருக் கிறது. இந்த இரண்டு எடுத்துக்காட்டுகளிலும் இழந்த பாகங்களை மீட்கும் பொருட்டு நடைபெறும் மறுவளர்ச்சியைப் பிறவற்றோடு ஒத்துப்பார்த்தால் உடலின் பெரிய பாகம் பிரித்தெடுக்கப்படு கிறது; மேலும் மீட்டமைக்கப்பட்டு (reconstructed), ஒரு புதிய முழுமையான முழுஉருவம் தோன்றுகிறது. இழந்த பாகங்களின் உண்மையான வளர்ச்சியின் இயல்இயக்கங்கள் (mechanism), இந்த இரண்டு எடுத்துகாட்டுகளிலும் ஒன்றாகவே இருக்கின்றன என்பதை நம்புவதற்கு எல்லாவிதமான காரணங்களும் இருக் கின்றன. மறுவளர்ச்சி நடைபெற்றுக்கொண்டிருக்கும் காலங் களில் உறுப்புகள் புதிதாகத் தோற்றுவிக்கப்படுகின்றன. இவ் வாறு வளையத்தசையுடலிகளிலும் டர்பெல்லாரியன்களிலும் (annelids, turbellarians) காணப்படுகின்றன. புதிய உறுப்புகள் பெருமளவில் மாறுபாடடையாத செல்கள் அதாவது சேமிப்புச் செல்களிலிருந்து (reserve cells) தோன்றுகின்றன. இவைகள் வளையத்தசையுடலிகளில் நியோபிளாஸ்டுகள் (neoblasts) என்றும் டர்பெல்லாரியன்களில் (turbellarians) பாரென்கைம் (parenchyme) செல்கள் என்றும் அழைக்கப்படுகின்றன. இதே செல்கள் சேய் சூவாய்டுகளில் இழந்த பாகங்களை மீண்டும் வளர்ச்சியுறுவதற்கு உபயோகப்படுத்தப்படுகின்றன. ஆலிகோகேட்டஸ் (oligochaetes) நியோபிளாஸ்டுகள் பிளப்பு மண்டலங்களில் (fission zone) செறிவுற்றுக் காணப்படுகின்றன என்று கண்டுபிடிக்கப்பட்டிருக் கிறது. மறுவளர்ச்சியில் இருப்பதைப்போல் பின்பக்க சூவாய்டு

வின் (zooid) புதிய தலையின் புறத்தோலடுக்கு (epidermis) உணர்ச்சி உறுப்புகளையும் நரம்பு மண்டலத்தையும் கொடுக்கின்றன.



படம் 93

கடல்ப்பீச்சு இயுடிஸ்டோமா குறுக்குப் பிளவு இனப்பெருக்கம்,

அ. பிளவுச் செய்முறைகளில் தனிநபர்

ஆ, இ. பிளாஸ்டோமா சுவாய்டு முன்முனையை மறுவளர்ச்சியுறச்செயல்

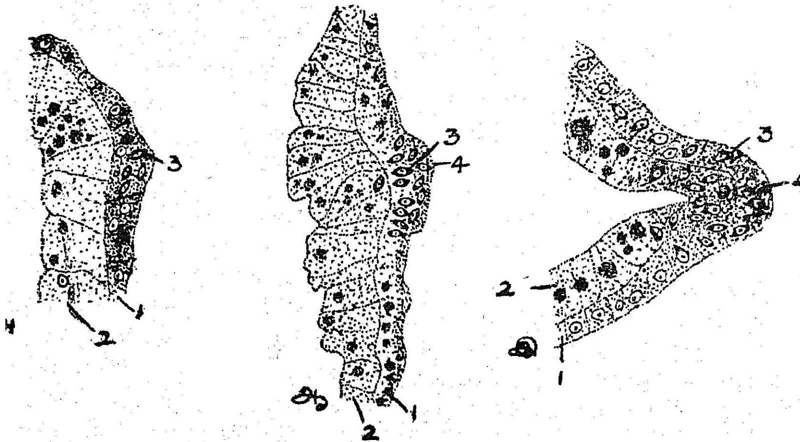
ஈ. புதிதாக வளர் உருமாற்றம் பெற்ற ஊசுவாய்டு.

1. முன்னறைச்சைபன் 2. வாயுச் சைபன் 3. இறுக்கங்கள் 4. எண்டோஸ்டைல். 5. புறஇதயம் 6. உணவுக்குழல் 7. இதயம் 8. குதம். 9. செவுள் பிளவுகள் 10. வாலின் எச்சம் 11. வயிறு.

இயுடிஸ்டோமா (eudistoma) (Berrill, 1951): அசிடியன்களில் பாலிலி இனப்பெருக்கம் உடலைக் குறுக்காக (transverse) இரு கூறுகளாக வெட்டுவதாலேயே நடைபெறுகிறது. இயுடிஸ்டோமா சேய் சூவாய்டு பெற்றோர்களின் உடலின் ஓர் பகுதி

யைக்கொண்டிருக்கிறது. இப் பகுதிகள் முறையே புறத்தோலடுக்கு மீசைன்கைம் குடல் குழாயின் ஒருபாகம் போன்றவைகளாகும். ஆனால், சுவாச அறையையும் (branchial chamber) அதோடு இணைந்த உறுப்புகளான முன்னறை நரம்புச் செல் திரள் சைபன்கள் (siphons) போன்றவைகளையும் உள்ளடக்கிக் கொள்ளவில்லை. இழந்த பாகங்கள் மறுவளர்ச்சியினால் திரும்பவும் இருக்கும்படி செய்யப்படுகின்றன.

மறுவளர்ச்சியில் புறஇதயம் (epicardium) மிக முக்கியமானதொரு பங்கை வகிக்கிறது. புறஇதயம் நடு அடுக்கிலிருந்து தோன்றிய ஒரு குழாய். இது குடலுக்குக் கீழே இருக்கிறது (படம் 93). புற இதயத்தின் நடு அடுக்கு உட்பூச்சு (lining) மாறுபாடடையாத சேமிப்புத் திசுக்களின் குணங்களை வைத்திருக்கிறது. இதைப் பயன்படுத்தி புதிய சூவாய்டுவின் (zooid) முன் பாகங்களிலுள்ள அக உறுப்புகள் வளர்கின்றன. சுவாச



படம் 94

கிளாடோசீமா ரேடியேட்டம் பாலிப்பில் ஒரு மொட்டின் மூன்று வளர்ச்சிப படிநிலைகள்.

1. மொட்டில் கருமையாக இருப்பவைகள் இடையீட்டுச் செல்களின் திரட்சியைக் காட்டுகிறது.

அ. அக அடுக்கில் ஆரம்பத்தில் இடையீட்டுச் செல்கள் இல்லை.

ஆ, இ. பின்னல் இடையீட்டுச் செல்கள் படையெடுக்கின்றன.

1. புறஅடுக்கு, 2. அக அடுக்கு, 3. இடையீட்டுச் செல்கள், 4. மொட்டு.

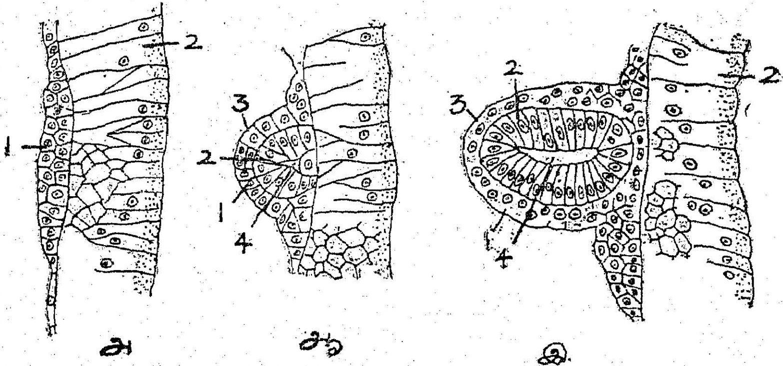
அறை எஞ்சியிருக்கும் அகத் தோலடுக்கிலிருந்து தோன்றிய உணவுக்குழலைப் பயன்படுத்தி வளர்வதில்லை. ஆனால், புற இதயத்தினால் இதுவும் உண்டாக்கப்படுகிறது. மேலும் இது அகத்

தோலடுக்கிலிருந்து தோன்றிய உணவுக்குழாயுடன் (oesophagus) துணைநிலையாக ஐக்கியமாகிறது.

மொட்டுவிடுதலில் சேய் சூவாய்டுவிற்குப் பெற்றோர்களின் அமைப்புகளிலிருந்து மிகமிகக் குறுகிய அளவே கடத்தப்படுகிறது. ஸ்கைபோசோவன் (scyphozoan) பாலிப்பில் மொட்டு விடுதல் நேரிடப்போவதன் முதற்குறி அகத்தோலடுக்கு எபித்தீலியம் ஒரு பை போன்ற வெளிப்பிதுக்கத்தை (evagination) உருவாக்குவதிலிருந்து தெரிகிறது. இந்த அகத்தோலடுக்கு எபித்தீலியப் பை போன்ற பிதுக்கம் மீசோகிளியா (mesoglea) வழியாக ஊடுருவிப் புறத்தோலடுக்கை அடைகிறது. இப்பொழுது புறத்தோலடுக்கு செயல்படுத்தப்படுகிறது. அகத்தோலடுக்கும் புறத்தோலடுக்கும் ஆக இரண்டும் சேர்ந்து உடலின் புறப்பரப்பின் மேல் ஒரு கூம்பு போன்ற பிதுக்கமாக உருவாகிறது. இந்தப் பிதுக்கம் படிப்படியாக வளர்கிறது; நீளமாகிறது. பெற்றோர் குடற்குழியுடன் (gastric cavity) நேரடித் தொடர்புடைய அகக்குழியையும் கொண்டு உருண்ட வடிவமான உடலுடையதாக ஆகிறது (Gilchrist, 1937). பருவங்கடந்த நிலையில் ஒரு மொட்டின் நுனியில் ஒருவாய் தோன்றுகிறது. அதைச் சுற்றி வட்டடுக்காக டெண்டக்கிள்கள் வளர்ச்சியுறுகின்றன. மொட்டு ஒரு புது பாலிப்பாக ஆகிவிட்டது.

ஹைடிரோசோவன் பாலிப்களில் (hydrozoan) மொட்டுவிடுதல் அடிப்படையான ஒப்புடைமைகளைக் காட்டுகின்றன. சேய்ச் சூவாய்டு (daughter zooid) பெற்றோர்களின் அமைப்பு மாதிரிகளைப்பெருவிட்டாலும் பெற்றோர் உடலிலிருந்து குறைந்த பட்சம் இரண்டும் முக்கிய அடுக்குகளான அகத்தோலடுக்கு, புறத்தோலடுக்கு ஆகியவற்றை நேரடியாகப்பெறுகிறது என்ற எண்ணமுடையவர்களாக இருக்கிறோம். இருப்பினும் குடற்குழியுடலிகளின் இனப்பெருக்கம் வளர்ச்சி ஆகியவற்றை ஆராய்பவர்கள் அந்தச் செய்முறைகள் கிட்டத்தட்ட அவ்வளவு எளிமையானவைகள் அல்ல என்று நம்புகிறார்கள் (Hadzi, 1909; Schulze, 1918; Weilerstolt, 1960). ஹைடிராவின் மறுவளர்ச்சி அகத்தோலடுக்கு, புறத்தோலடுக்கு ஆகிய இரண்டு அடுக்குகளிலும் காரணகாரியத்தில் ஈடுபட்டுள்ள பெரியசெல்களுக்கிடையிலுள்ள மாறுபாடடையாத சிறிய இடையீட்டுச் செல்களினால் (interstitial cells) ஓரளவு தோற்றுவிக்கிறது. இந்தச் செல்கள் மாறுபாடடைந்த செல்களைக் குறிப்பாக நைடோபிளாஸ்டு செல்களை அல்லது கொட்டும் செல்களை (cridoblast cells), பதிலமர்த்தீடு செய்கிறது. ஹைடிரா காயமுற்றால் இசையீட்டுச் செல்கள் மறுவளர்ச்சிக் கருமூலப் பொருளில் (Blastema) கூடுகின்றன. பாலிலி இனப்பெருக்கத்தில் மொட்டு

விடுதலுக்கு இதே இடையீட்டுச் செல்களே முக்கியமான மூலப் பொருளாக இருக்கின்றன என்று நம்பப்படுகிறது. இந்த இடையீட்டுச் செல்கள் எங்கும் பரவலாகக் காணப்படாமல் ஓரிடத்தில் குவிவதால் முதல் தடிப்பு (thickening) உருவாகிறது. இந்தத் தடிப்பு மொட்டாகிறது. மொட்டை உருவாக்கச் செய்முறைகளில் இடையீட்டுச் செல்கள் படிப்படியாக மொட்டினுள் ஊடுபரவுவதாலும் இந்த ஊடுபரவல் மொட்டினுள் தொடர்ந்து ஓடிக்கொண்டிருப்பதாலும் மொட்டு உருவாக்கத்திற்குப் பின்னும் அது வடிவளவில் பெரிதாகிக் கொண்டேஇருக்கிறது. இறுதியாக முழு அல்லது ஏறத்தாழ முழுமையான சேய்ச் சூவாய்டு (daughter zooid) இடையீட்டுச் செல்களிலிருந்து கட்டப்பட்டிருக்கிறது. அக, புறத்தோலடுக்குகளில் மாறுபாடடைந்த செல்கள் எந்தவிதமான அல்லது மிகக் குறைந்த அளவே பங்கு கொள்கின்றன (படம் 94); (Weiler Stolt, 1960).



படம் 95

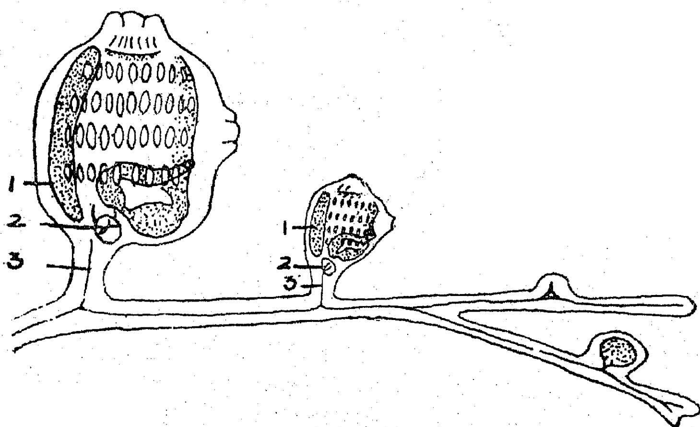
இராத்கியா மெடுசா - வில் ஒரு மொட்டின் வளர்ச்சி.
1. புறஅடுக்கு, 2. அகஅடுக்கு, 3. மொட்டு, 4. மொட்டில் உட்குழி.

லிஸ்ஸியா கிளாபாரீடி; ராத்கியா ஆக்டோபங்டேட்டா (Lizzia Claparedi, Rathkea Octopunctata : ஆகிய இரண்டு ஹைடிரா மெடுசாக்களில் (hydromedusae), அகத்தோலடுக்கு மொட்டு உருவாவதற்கு கொஞ்சங்கூட தனது பொருள்களைக் கொடுப்பதில்லை என்று கண்டுபிடிக்கப்பட்டிருக்கிறது. மொட்டு முதலில் ஒரு சிறிய செல்த்திரளையாக (nodule) புறத்தோலடுக்கிலிருந்து வெளித்தோற்றமுறுகிறது. திரளையினுள் கிடக்கும் சில செல்கள் வரிசையாக அடுக்கப்பட்டு ஒரு பையாக வடிவெடுக்கின்றது. இந்தப் பைகளிலிருந்துதான் சேய் மெடுசாவின் அகத்தோலடுக்கு வளர்ச்சியுறுகிறது (படம் 95). இந்தக் காட்சியறிவு இதைவிட மேலாகப் புரிந்துகொள்ளப்படவேண்டுமானால் பின்வருவதை

ஒப்புக்கொள்ள வேண்டியிருக்கிறது. அதாவது ஹைடிரா சோவக்களில் (hydrozoan) ஒரு புதிய சூவாய்டு பெற்ருேரின் அகத் தோலடுக்கிலிருந்தோ அல்லது புறத்தோலடுக்கிலிருந்தோ பெறப் படவில்லை. ஆனுல், மாறுபாடடையாத இடையீட்டுச் செல் களிலிருந்து உருவாகின்றன. இந்த விளக்கம் நேரடிக் கூர் நோக்குகளால் ஆதரிக்கப்படுகிறது (Weiler-Stolt, 1960).

டியுனிக்கேட்களில் மொட்டுவிடுதல் ஏறக்குறைய முடிவில்லா பலவகைப்பட்ட நிலையில் காணப்படுகின்றது. ஆனுல், இந்த விலங்குகளில் மிகப் பெரும்பான்மையானவற்றில் குறிப்பாக அசிடியன்களில் ஓர் சிறந்த பொதுமாதிரி மொட்டு விடுதலைக் காட்டுகிறது. இந்தச் சிறந்த பொதுமாதிரியான மொட்டுவிடுதல் தலைசிறந்த சில இயல்புகளையும், பண்புகளையும் வெளிப்படுத்து கிறது. மொட்டு அடிப்படையாகவே புறத்தோலின் புறத் தோலடுக்கு (ectodermal epidermis) ஓர் வெளிவளர்ச்சியாக இருக்கிறது. இது மற்ருெரு திசுவால் ஆதாரம் பெறுகிறது. பக்க வலிமையைக்கொடுக்கும் திசு வெளி வளர்ச்சியினுள் ஒரு வெற்றிடப் பையை உருவாக்குகிறது. சில எடுத்துக்காட்டுகளில் இனச்செல் சுரப்பிகளின் பாகங்கள் (gonads) மூன்ருவது ஆக்கப் பொருளாகச் சேர்த்துக் கொள்ளப்பட்டிருக்கிறது. டியுனிக் கேட் களின் புறத்தோலடுக்கு (epidermis) மிகவும் வகைத்திரிபேற்றம் பெற்ற திசுக்களாக இருக்கிறது. அது மாண்டில் (mantle) உறையைத் தோற்றுவிக்கிறது. மாண்டில் இந்த விலங்குகளின் தோல் புறப்பரப்பை மூடிக்கொண்டிருக்கும் செல்லுலோஸ் (cellulose) அடுக்காக இருக்கிறது. மொட்டு விடுதலில் புறத் தோலடுக்கு அதிகப்புறத் தோலடுக்கை மட்டுமே தோற்றுவிக் கிறது. இது பிளாஸ்டோசூவாய்டிற்கும் (blasto zooid) புற உறையைக் கொடுக்கிறது. உள் உறுப்புகள் முன்னமேயே கூறப் பட்ட மொட்டினுள் பை வடிவம் பெற்றிருக்கும் பைகளிலிருந்து வளர்ச்சியடைகின்றன. இப்பொழுது உட்பை (inner visicle) பலவகையான திசுக்களிலிருந்து பெறப்படலாம் என்பது குறிப் பிடத்தக்கது. உட்பை முன்னறையின் வெளிவளர்ச்சியாக இருக்க கலாம் (botryllus); எண்டோஸ்டைலின் பின்முனைக்கருகில் தொண்டைச்சுவரின் (pharyngeal) வெளிவளர்ச்சியாக இருக்க லாம்; புறஇதயத்தின் (epicardium) வெளிவளர்ச்சியாக இருக் கலாம் (salpa, pyrosoma, distaplia) அல்லது இரத்தச் செல் களின் தொகுதியிலிருந்தும் இருக்கலாம் (Botryllus; Oka and Watanabe, 1957). பெற்ருேர்களின் உடலின்மேல் வளர்ச்சியுறும் மொட்டுகளிலும் அல்லது ஒரு குட்டையான சாய்நிலைக்கிளை யினுல் (stolon) உடலோடு இணைக்கப்பட்டிருப்பவைகளிலும் எல்லாவிதமான வளர்ச்சி மாதிரிகளும் காணப்படுகின்தன.

சில கடல் பீச்சுகளின் (ascidian, clavellina, perophora) மொட்டுகள் நீளமான வேர்த்தண்டு போன்ற சாய்நிலைக்கிளை களின் (rhizoid like stolon) மேல் வளர்கின்றன. இவைகள் புறத்தோலடுக்கையும் நீளவாட்டிலுள்ள நடு அடுக்குத் தடுப்பு களையும் (septum) கொண்டிருக்கின்றன. இந்த நீளவாட்டி லுள்ள நடு அடுக்குத் தடுப்பு சாய்நிலைக்கிளையின் குழியை இரண்டு கால்வாய்களாகப் பிரிக்கிறது. இந்த இரண்டு கால்வாய்களும் முன்னோக்கியும், பின்னோக்கியும் இரத்தம் சுழற்சியுறுவதை அனு மதிக்கின்றன. அப்படிப்பட்ட சாய்நிலைக்கிளைகளின்மேல் மொட்டு கள் வளர்ச்சியுற்றால் அவைகள் புறத்தோலடுக்கு எபித்தீலிய மூடுறையையும் உட்பையையும் வைத்திருக்கின்றன. இந்த எடுத்துக்காட்டில் உட்பை (inner vesicle) நடுஅடுக்குத் தடுப்புச் (mesodermal septum) செல்களிலிருந்து உண்டாக்கப்படுகிறது (படம் 96); (Borrill, 1951).



படம் 96

கடல்பீச்சு பீரோஃபோரா : சாய் நிலைக்கிளையிலிருந்து மொட்டுதோன்றல்.
1. எண்டோஸ்டைல் 2. இதயம் 3. சாய்நிலைக் கிளைத்தடுப்பு

உட்பையினுடைய தோற்றத்தைப் பொருட்படுத்தாமல் அது பலவகைப்பட்ட உறுப்புகளையும், திசுக்களையும் தோற்று விக்கிறது என்பதை எடுத்துக்கொள்ளவேண்டும். சுவாச அறை யையுடைய (branchial chamber) உணவுப்பாதை முன்னறைப் பைகள் இதயம், நரம்புமண்டலம் [விதிவிலக்கு சால்பா (salpa)] மேலும், இனச்செல் சுரப்பிகளும் (gonad) தோற்றுவிக்கப்படு கின்றன. ஆகையால், முழுமையாக மாறுபாடடைந்த கடல் பீச்சின் உடலிலுள்ள பல பாகங்கள் மிகவும் விசாலமான

வளர்ச்சிக்குத் தேவையான உள்நிலை ஆற்றலைத் தங்கவைத்துக் கொண்டிருக்கின்றன என்பது வெளிப்படையாகத் தெரிகிறது. இந்த உள்நிலை ஆற்றல் பெரும்பாலும் அசிடியன் புறத் தோலடுக்கைத்தவிர மற்ற அமைப்புகள் முழுவதையும் தழுவி நிற்கிறது. புறத்தோலடுக்கைப் பொறுத்த இந்த வரம்பு உண்மை யானதுதானா என்று திட்டவட்டமாகக்கூற இயலாது. ஏனென்றால் புறத்தோலடுக்கு எப்பொழுதும் உண்டாக்கப்படுகிறது. ஆகை யால் உட்பை புறத்தோலடுக்கையும்கூடத் தோற்றுவிப்பதற்குத் தேவையான ஊக்கம் இல்லையென்றே தோன்றுகிறது. புறத் தோலடுக்கைத் தோற்றுவிப்பதற்குத் தேவையான உள்நிலை ஆற்ற லும் நன்றாகவே இருக்கலாம். அப்படி இருக்குமேயானால் உட் பைச் செல்கள் உண்மையாக சர்வஆற்றல் (totipotent) உள்ள வைகளாகவே இருக்கின்றன. ஆகவே, எந்த இனம் கேள்விக்கிலக் காகி இருக்கிறதோ, அந்த இனத்தில் உட்பை ஒவ்வொரு மாறு பாடடைதலையும் தோற்றுவிக்கும் திறமையைக் கொண்டிருக் கிறது என்று கொள்ளவேண்டும்.

உண்மையிலேயே சர்வ ஆற்றலுடைய செல்கள் இருப்பது தண்ணீர் புழையுடலிகளில் ஜெம்மியூல் உருவாக்கம் சந்தேகத் திற்கு இடமில்லாத எடுத்துக்காட்டாக இருக்கிறது. ஒரு ஜெம்மி யூலின் முதல் மூலக்கூறு (rudiment) புழையுடலிகளின் உடல் உட்பகுதியில் ஆர்கியோசைட்டுகளின் (archeocytes) ஒரு திரளாக வடிவம் பெறுகிறது. ஆர்கியோசைட்டுகள் அமிபா போன்ற செல்கள் இவைகள் புழையுடலிகளின் உடலில் நன்றாக மாறு பாடடைந்த ஆக்கக் கூறுகளுக்கிடையில் சிதறிக்கிடக்கின்றன. நடுமையத்தில் அமைந்திருக்கும் ஆர்கியோசைட்டுகளைச் சுற்றி மற்றைய புலம்பெயர் செல்கள் குடியிருப்புக்கொள்கின்றன. இவைகள் தூண் எபித்தீலிய (columnar epithelium) வரிசையாக அமைக்கப்பட்டுவிடுகின்றன. இந்த எபித்தீலியத்தின் முக்கிய மான வேலை ஜெம்மியூலின் புறப்பரப்பைச் சுற்றி ஒரு ஓட்டை (shell) உற்பத்தி செய்வதேயாகும். இந்த ஒரு பிரத்தியேக மான உட்சட்டகத்தை' உருவாக்கும் செல்களினால் கடினப் படுத்தப்படுகிறது. இந்தச் சிறப்புச் செல்களுக்கு ஸ்கிலிரோஃ பிளாஸ்டுகள் (scleroblasts) என்று பெயர். இவைகள் ஓட்டில் விசித்திரமான கம்பி முட்கூறுகளைப் படியும்படி செய்கின்றன. இந்தக் கம்பி முட்கூறுகளை (spicules) இரட்டைத் தட்டுகள்(amphi- discs) என்று கூறலாம் (படம் 92). தூண் எபித்தீலியத் திசுக் களும் ஸ்கிலிரோஃபிளாஸ்டுகளும் பின்னால் திரும்பப் பெறப் படுகின்றன. அல்லது அவைகள் கீழ்நிலையை (degenerate) அடை கின்றன. ஓட்டில் ஒரு தற்காலிகமான ஓர் சிறு துவாரம்

காணப்படுகிறது. இதற்கு மைக்ரோர்பைல் (micropyle) என்று பெயர். டிரோஃபோசைட்டுகள் trophocytes) என்ற உணவூட்டும் செல்கள் வளர்ச்சியுற்றுக்கொண்டிருக்கும் ஜெம்மியூல் உட்பாகத்தை அடைந்து சேமிப்பு உணவுப் பொருள்களைக் கொடுத்து விட்டு அவைகள் மறைந்து விடுகின்றன. இதற்கு மாறாக ஆர்க்கியோசைட்டுகள் அவைகளின் சைட்டோபிளாசத்தில் உணவைச் சேமித்துக் குவிக்கின்றன. இந்த உணவு கிளைக்கோ புரதத்தை (glycoprotein) அதிகமாக்க வைத்திருக்கிறது. கிளைக்கோ புரதம் (glycoprotein) வட்டவடிவத் தட்டுகளாக சேமித்து வைக்கப் படுகின்றன (discoidal platelets) (படம் 99). ஜெம்மியூலின் வளர்ச்சி முடிவடைந்த அப்பொழுது ஆர்க்கியோசைட்டுகள் மட்டும்தான் உயிர்வாழ் செல்களாக இருக்கின்றன. ஜெம்மியூலிலிருந்து இறுதியாகத்தோன்றும் புதிய புழையுடலியின் (sponge) எல்லாத் திசுக்களும் செல் மாதிரிகளும் இனச்செல்களும் ஆர்க்கியோசைட்டுக்களிலிருந்து பெறப்படுகிறது.

பாலிலி இனப்பெருக்கத்திற்குத் தேவையான ஆக்கப் பொருள்கள் தோன்றும் மூலாதாரத்தைப் பற்றிய எண்ணங்களைச் சுருக்கமாகக் கூறினால் புறஉருவாக்கம் (morphogenetic) செய்முறைகள் புதுப்பிக்கப்படல் (renewal) முதிர்விலங்கின் உடலில் சில செல்கள் உறுதியாக இருத்தலையே சார்ந்திருக்கிறது என்று கருதப்படுகிறது. இந்தச் செல்கள் எஞ்சிய செல்களைப்போல் மிக உயர்ந்த மாறுபாடடைதலை அடையவில்லை. மேலும், அவைகள் பலவகைச் செல் மாதிரிகளாக வளர்ச்சியும் திறமையையும் கொண்டிருக்கின்றன. இது மாறுபாடடையாத (undifferentiated) அல்லது சேமிப்புச் (reserve) செல்கள் மிகப்பெரியதொரு பங்கை வகிக்கின்றன. அதிலும் பாலிலி இனப்பெருக்கத்தில் உபயோகப்படுத்தப்படும் பாகம் பெற்றோர் உடலின் மிகச் சிறிய பாகமாக இருந்தால் சேமிப்புச் செல்கள் மிகப் பெரியதொரு பங்கை ஏற்க வேண்டிஇருக்கிறது. சிறந்த எடுத்துக்காட்டுகளில் மாறுபாடடையாத செல்கள் சர்வ ஆற்றல் உள்ளவைகள். இந்தப் பண்பில் அவைகள் முட்டைச் செல்லுக்குச் சமமாக இருக்கின்றன. இந்த ஒற்றுமை புழையுடலி ஜெம்மியூல்களில் இருப்பதைப்போல் முட்டை சைட்டோபிளாசத்திலும் உணவுப் பொருள்கள் காணப்படுவது மேலும் அதிகரிக்கப்படுகிறது.

பாலிலி இனப்பெருக்கம் ஒரு தனிச்சிறப்புடைய புறஉருவாக்க (morphogenesis) வடிவமாக இருந்தபோதிலும் அதைத் தனித்தனியாகவே முயன்று பெற்றிருக்கவேண்டும். இதற்குச் சான்றாக இது விலங்கு இராஜ்ஜியத்தில் (kingdom) சில தொகுதிகளில் மட்டுமே காணப்படுகின்றன. மேலே கூறியவைகளிலிருந்து

எல்லா வளர்ச்சியுறும் விலங்குகளும் பொதுவான பண்புகளைக் கொண்டிருக்கின்றன என்பது உண்மையாக இருக்கிறது. அதாவது கருவுற்ற முட்டை பிளவிப் பெருகுவதினால் தோன்றும் சேய்ச்செல்கள் உள்நிலை ஆற்றலில் சமமாக இருக்கின்றன. பிளவிப்பெருகலில் பிளவிப்பெருகும் செல்கள் முழு எண்ணிக்கை மரபியல் காரணிகளைத் தங்கவைத்துக்கொள்கின்றன [ஜீனோம் (gerome)]. இவைகள் ஒவ்வொன்றும் தனித்தனியாக ஒவ்வொரு செல்லின் எதிர்கால வாய்ப்புகளின் முக்கியத்துவத்தை எதிர் பாராமல் வளர்கருவின் வெவ்வேறு பரப்புகளின் விதி நிர்ண யிக்கப்பட்ட பின்னும்கூட உட்கருக்கள் அவைகளின் உள்நிலை ஆற்றலில் கட்டுப்படுத்தப்படாமல் இருக்கின்றன. பிளவிப் பெருகிய செல்களின் சைட்டோபிளாசம் இளநிலைகளில் சில மாற்றங்களைக் காட்டலாம். காலங்கடந்த நிலையில் தனித் தன்மையுடைய சைட்டோபிளாசத்தில் இயல் இயக்க இயந்திர நுணுக்கமான செயல்கள் தோற்றுவிக்கப்பட்டு அதாவது திசு வழி மாறுபாடடைதல் வெகுதூரம் சென்றபின் தனிச்சிறப்பு டைய தனிமாதிரிச் செல்கள் அவைகளின் வளர்ச்சியுறும் திசையை மாற்றிக்கொள்ளும் திறமையை இழந்து விடுகின்றன. இருப் பினும் எந்த உருவத்தையும் ஏற்கும் குழைவுத் தன்மையை (plasticity) இழந்து விடுவது தவிர்க்கமுடியாதது. இந்தநிலை எல்லா பாகங்களிலும் ஒரே தன்மைத்தாக இருக்கவில்லை. அதே போல் மாறுபாடடைந்த விலங்கின் எல்லாச் செல்களிலும் ஒரே நிலையும் காணப்படவில்லை. செல்கள் உயர்ந்த தராதரமான மாறுபாடடைதலை அடையாமலிருந்தால் அவைகள் அவைகளில் குழைவுத்தன்மையைத் தங்கவைத்துக் கொள்கின்றன. அவைகள் முழு எண்ணிக்கையுள்ள ஜீனோமைக் கொண்டிருப்பதால் அவை களைப் பாலிலி இனப்பெருக்கத்திற்கு உபயோகப்படுத்தமுடியும் Bounoure, 1940).

பிளாஸ்டோ ஜெனிசிஸ் கருவாக்கம்—ஓர் ஒப்புமை (Comparison of Blastogenesis and Embryogenesis): தனிஉயிரின் வளர்ச்சி வரலாற்றில் (ontogenetic development) வளர்கருவினால் முடிவான நிலையை எய்துவதற்குமுன் இன்னின்ன வேலைகள் நிகழ்த்தப்பட வேண்டும் என்பதைக் கண்டோம். இந்தக் கருத்தின் அடிப்படை யில்கருவாக்கத்தை (முட்டையின் வளர்ச்சி) பிளாஸ்டோ ஜெனிசிஸ் (பாலிலி இனப்பெருக்கத்தில் கரு மூலப்பொருள்கள் வளர்தல்) உடன் ஒப்பிட்டால் பின்னதில் கடமைப்பொறுப்பு மிகமிக எளிய தாக இருப்பது உடனடியாகத் தெரிகிறது.

பிளப்புமுறை இனப்பெருக்கத்தில் ஓர் புதிய தனிவிலங்கை உற்பத்தி செய்யும் செய்முறைகள் மிகமிக எளியதாக இரு

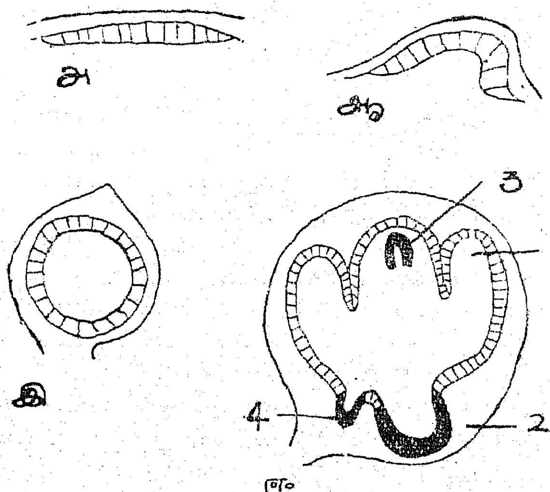
கின்றன. எப்பொழுதென்றால் பிளாஸ்டோசூவாய்டு பெற்றோர் விலங்கின் அரைப்பகுதியிலிருந்து பெறப்பட்டிருக்கவேண்டும். இம் முறையில் பிளாஸ்டோசூவாய்டு அதிவீதத்தில் உறுப்புகளை யும் பாகங்களையும் பெற்றிருக்கிறது. இந்த அதிவீதமான உறுப் புகளும் பாகங்களும் தன்னிறைவான ஓர் புதிய தனி உயிர் தோன்றுவதற்குத் தேவைப்படுகின்றன. இதற்குமேல் என்ன செய்யவேண்டியிருக்கிறது என்றால் இழந்த பாகங்கள் மறு வளர்ச்சியுறவேண்டுவதேயாகும். மறுவளர்ச்சித் தொகுதியில் கண்ட மறுவளர்ச்சி இயல்இயக்கச் செய்முறைகள் முழுவதும் மறு வளர்ச்சியுறும் பாகங்களை நிர்ணயிக்கும் காரணிகளும் இங்கே மீண்டும் செயல்படுமாறு கொண்டுவரப்படவேண்டும். பழைய தனிஉயிரின் மிச்சப்பகுதி புதிதாக மாறுபாடடைந்த உறுப்பு களில் இயல்பு, இட அமைவு, திசைஅமைவு (orientation) முதலிய வற்றை நிர்ணயிக்கிறது. பெற்றோர் விலங்கின் முனைத்துவமும் (polarity) இரு பக்கச் சமச்சீரமைவும் (bilaterality) பிளாஸ்டோ சூவாய்டுகளிலும் வியாபித்திருக்கிறது.

மொட்டுவிடுதலில் வளர்ச்சியின் கடமைப்பொறுப்பு அதிக சிக்கலுடையதாக இருக்கிறது. ஏனென்றால் பிளாஸ்டோசூவாய் டின் (blasto zooid) எல்லா உறுப்புகளும் மாறுபாடடைந்த பாகங் களும் புதிதாக தோற்றுவிக்கப்படவேண்டியிருக்கிறது. இருந்த போதிலும் ஆரம்ப மண்டலமான மொட்டு எப்பொழுதும் கரு வுற்ற முட்டையை விட அதிகச் சிக்கலுடையதாக இருக்கிறது. மேலும் மொட்டு கருவாக்கத்தில் தோன்றும் கருக்கோளத்தைவிட (blastula) அதிகச் சிக்கலான அமைப்பைக்கொண்டிருக்கிறது. எல்லாவிதத்திலும் பொதுமாதிரியான ஒரு மொட்டு எப்பொழு தும் இரண்டு எபித்தீலியல் அடுக்குகளைக்கொண்டிருக்கிறது. ஆகையால், இளநிலைச் சூவாய்டு (zooid) முன்னதாகவே உடல் அடுக்குகளின் வட்டமான அடுக்கமைவை வைத்திருக்கிறது. இந்தநிலை கருவாக்கத்தில் இருபடைக் கருக்கோளாக்கம் நடை பெற்ற பின்னரே அடையப்படுகிறது. எவ்வாறிருப்பினும் பிளாஸ்டோசூவாய்டுகள் உருவாக்கியுள்ள இரண்டு அடுக்கு களும் கருவாக்கத்தில் வளர்ச்சியுறும் கருமூல அடுக்குகளுக்கு (germinal layers) உண்மையிலேயே ஒத்திருக்கவில்லை என்பது குறிப்பிடத்தக்கதாக இருக்கிறது.

குடற்குழியுடலிகளின் மொட்டுவிடுதல் எடுத்துக்காட்டில் மொட்டின் அக, புற அடுக்குகளுக்கும் இருபடைக்கருக்கோள் அகத்தோல், புறத்தோலுக்கும் இடையே ஒரு நெருங்கிய தொடர்புஇருக்கிறது. இந்த இருவகையான அடுக்குகளின் தலை

விதி ஒன்றாகவே இருக்கிறது. ஆனால், உள்அடுக்கு (inner layer) பெற்றோரின் அகத்தோலடுக்கு எபித்தீலியத்திலிருந்து (endodermal) பெறப்படாமல் இருக்கலாம்; ஆனால், புறத்தோலடுக்கு எபித்தீலியத்திலிருக்கும் தடிப்பிலிருந்து (ectodermal) பெறப்பட்டிருக்கிறது.

கடல் பீச்சுகளின் (tunicates) மொட்டுகளுக்குத் திரும்பும் பொழுது உட்பை (inner vesicle) அதனுடைய விதியின் போக்கிலோ அல்லது அதனுடைய தோற்றத்திலோ அகத்தோலடுக்கை ஒத்திருக்கவில்லை. இருந்தபோதிலும் சில கடல் பீச்சுகளில் உட்பை (inner vesicle) பெற்றோரின் அகத்தோலடுக்கிலிருந்து பெறப்படலாம். (தொண்டைப் பக்கத்து எபித்தீலியத்திலிருந்து வெளிவளர்ச்சி வடிவில் உருவாதல்) மேலும், நடுஅடுக்கிலிருந்தும் பெறப்படலாம்; (புறஇதயம் சாய்நிலைக் கிளைகளினுடைய நடு



படம் 97

போட்டிரில் லஸ்ஸில் மொட்டு வளர்தல்.

1. முன்னறையின் கருமூலம், 2. குடலின் கருமூலம், 3. நரம்புத் திரளின் கருமூலம், . பெரிகார்டியத்தின் கருமூலம்.

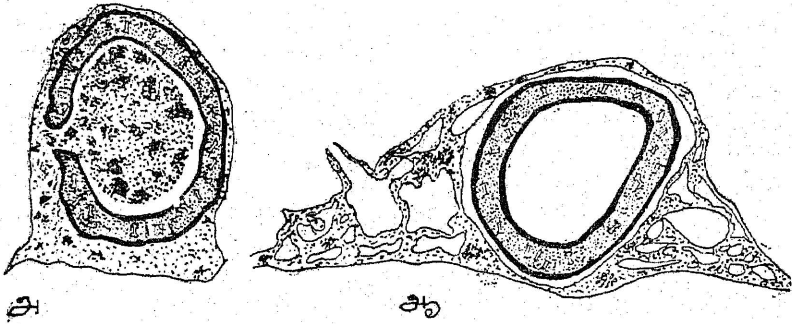
அடுக்குத் தடுப்பு இரத்தச் செல்கள்) அல்லது புறத்தோலடுக்கிலிருந்துகூட தோன்றுவதாகக் காட்டப்பட்டிருக்கிறது. (முன் அறை உள்உறை). கருவாக்கத்தில் இந்த மூன்று கருமூல அடுக்குகளில் (germinal layers) எந்த ஒரு கருமூல அடுக்கிலிருந்து பெற்றபாகங்களையெல்லாம் உட்பை கொடுக்கின்றது என்பது மிகவும் முக்கியமானதாக இருக்கிறது. உட்பை வெவ்வேறு

வகையான பொருள்களிலிருந்து தோன்றியிருந்தபோதிலும் வெவ்வேறு கடல் பீச்சுகளில் அதனுடைய மாறுபாடடைதல் நீக்கம் (differentiation) எண்ணத்திற்கொள்ளக்கூடிய அளவுக்கு ஒரே தராதரமாக இருக்கிறது. மொட்டு ஏதோ ஒரு படிநிலைவரை வளர்ந்தபின் ஓர் குறைந்த உருவளவை அடைவது அவசிய மாகிறது. இந்தக் குறைந்த உருவளவு வெவ்வேறு இனங்களில் வெவ்வேறு உருவளவை வைத்திருக்கலாம் (Berrill, 1941). அது பெற்றோர் சூவாய்டுகளிலிருந்து (zooid) இருக்கும் மூலம் பாதியளவாகப் பிரிக்கப்பட்டிருக்கிறது. இதன்பின் மடிப்புகள் உட்பையைச் சிறுசிறு பாதிகளாகப் பிரிக்கத் தொடங்குகின்றன.

புதிய சூவாய்டுவின் வருங்காலத்தில் எது சேய்மைப் பகுதியாக இருக்குமோ அப் பகுதியிலிருந்து இரண்டு மடிப்புகள் உள்ளே வெட்டிக்கொண்டு செல்கின்றன. இந்த உள்மடிப்பு உட்பையைச் சுவாச அறையாக வரக்கூடியதை ஒரு நடுமையப் பாகமாகவும் முன்னறையைக் கொடுக்கக்கூடியதை இரண்டு பக்கவாட்டுப் பாகங்களாகவும் உட்பகுப்புச் செய்கிறது (படம் 97). கருவாக்கத்தில் முன்னறை புறத்தோலிலிருந்து ஒரு சோடி உள் பிதுக்கங்களாக (invagination) வளர்ச்சியுறுகின்றது. இவைகள் அறைகுறையாக இணைக்கின்றன. இதன்பின் அது ஒரு பொதுவான வெளித்துவாரத்தை வைத்திருக்கின்றது. இந்த மூன்று உட்பகுப்புகளுக்கும் மேலாக மேலும் உட்பையிலிருந்து சிறு பைகள் போன்ற வெளிப்பிதுக்கங்கள் (evaginations) தோன்றுகின்றன. மையக்குழியின் முன்முனைக்கு அருகிலிருக்கும் ஒரு வெளிப்பிதுக்கம் நரம்பு மையத்தைக் (nerve centre) கொடுக்கிறது. (கருவாக்கத்தில் நரம்புச் செல்திரள் (ganglion) நரம்புக் குழலின் (nerve tube) ஒரு மிச்சமாக இருக்கிறது. நரம்புக்குழல் முதுகெலும்புடையவைகளிலும் ஆம்ஃபியாக்சஸ்களிலும் (amphioxus and vertebrates) புறஅடுக்கு நரம்புத்தட்டு (neural plate) மடிவதால் தோன்றுகிறது. பின்பக்கத்திலுள்ள இரண்டு பைகள் குடல் வளையத்தைக் கொடுக்கிறது. (உணவுக்குழலையும், வயிற்றையும் சேர்த்து) மேலும், இதயத்தையும் (pericardium) கொடுக்கிறது. (கருவாக்கத்தில் குடல் அக அடுக்கிலிருந்தும் இதயம் நடு அடுக்கு மீசன்கைமிலிருந்தும் பெறப்படுகின்றன). பிளாஸ்டோஜெனிசிஸ் மண்டலத்தின் ஆரம்பநிலை கருவாக்கத்தில் (embrogenesis) இருப்பதைப்போல் இல்லை. கருவாக்கத்தில் வளர்ச்சியின் போக்கு மாறுபட்டிருக்கிறது. மொட்டு விடுதலின் புற உருவாக்கச் செய்முறைகள் (morphogenetic process) கருவாக்கச் செய்முறைகளைக்காட்டிலும் நேர்மையானதாகவும் எளிமையானதாகவும் இருப்பதுபோல் தோன்றுகின்றன- மொட்டுவிடுதலில் உட்

பைதான் விரைவாக வளர்ச்சியுறும் பாகமாகும். (மொட்டின் மேல்தோல் காலம்முழுவதும் மாறுபாடடைந்த திசுவாக இருக்கிறது. செல்லுலோசினுல் உருவான மாண்டிலைச் சுரப்பதற்குத் தனித்திறமை பெற்றிருக்கிறது). இந்த உட்பை கருமூல அடுக்குகள் வளர்ச்சி நிலையைத் தள்ளிவிட்டு நேரடியாக முன்னேறிச்சென்று உறுப்புகளின் கருமூலங்களை உருவாக்குகின்றது.

மொட்டுவிடுதலில் நிகழும் புற உருவாக்கச் செய்முறைகள் மற்றொரு பண்பிலும் கருவாக்கத்தைவிட எளிதாக இருக்கின்றன. புதிய தனிஉயிர் தன்னுடைய முனைத்துவத்தைப் பெற்றோர் சூவாய்டுவிலிருந்து நேரடியாக மரபுவழியில் பெற்றுக்கொள்கிறது. தாய் உடலுடன் மொட்டு எந்தப் புள்ளியில் ஒட்டிக்கொண்டிருக்கிறதோ அப் பகுதி அல்லது சாய்நிலைக்கிளையின் அப் பகுதி (stolon) எப்பொழுதும் பிளாஸ்டோ சூவாய்டுவின் அண்மை முனையாகிறது (proximal end).



படம் 98

ஜெம்மியூல் முளை விடுதல்

அ. (ஸ்பாங்கில்லா) ஜெம்மியூலின் உள்ளடக்கம் பொருள்கள் ஓட்டைவிட்டு வெளிப்படல்.

ஆ. இபைடேட்டியா ஜெம்மியூலின் உள்ளடக்கப் பொருள்கள் ஒரு புதிய புழையுடலியாக உருமாற்றப்படல்.

ஜெம்மியூல்களின் வளர்ச்சியில் ஒரு புதிய தனி விலங்கைத் தோற்றுவிக்கும் கடமைப்பொறுப்பு மிகமிக சிக்கலானதாக இருக்கிறது. அது முட்டையின் வளர்ச்சிநிலையை ஒத்திருக்கிறது. எதிர்படும் தனித்தன்மையான அருமைப்பாடுகள் பின் வருவனவாக இருக்கின்றன :

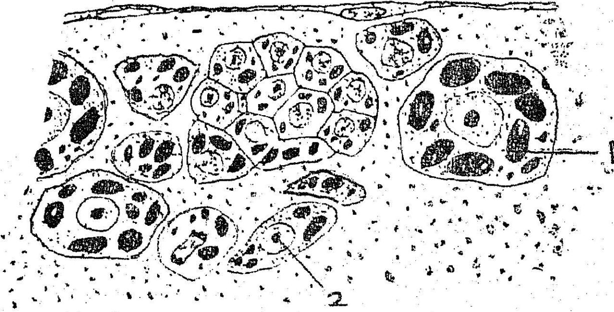
1. ஜெம்மியூல்கள் முளைவிடுதல் தாய் விலங்கு இறந்து அழுகிய பின்னரே தோன்றுகின்றது. இதன் விளைவாகப் புதிய

தனி விலங்கின் முனைத்துவம் அதனாலேயே உண்டாக்கப்பட வேண்டும். வழித் தோன்றிகளின் (off-spring) முனைத்துவத்தில் செயல் திரிபுகளை ஏற்படுத்துவதற்குப் பெற்றோர் உடல் அங்கே இல்லை.

2. ஜெம்மியூல்களின் உள்ளடங்கிய பொருள்கள் முழுவதும் ஒரே தன்மைத்தாக (புழையுடலி ஜெம்மியூல்கள்)இருப்பது புதிய விலங்கு எந்த ஒரு விதமான புற அமைப்பியல் சார்ந்த அமைப்புகளின் மிச்சத்தைக்கூட இல்லாமல் செய்துவிடுகிறது. புதிய புழையுடலி (sponge) அமைப்புகள் முழுவதும் உண்மையாகவே சுதந்திரமான செல்களில் பின்னிய செயல் விளைவுகளினாலேயே உண்டாக்கப் படவேண்டியிருக்கிறது.

ஜெம்மியூல்களின் உட்பகுதி ஒரே ஒரு செல் மாதிரியை அதாவது ஆர்க்கியோசைட்டுகளை (archeocytes) உள்ளடக்கிக் கொண்டிருக்கின்றன. இவைகள் பெரியனவாகவும் கிளைக்கோ புரோட்டீன் துண்டுத் தட்டுகளையும் (plate lets) கொண்டிருக்கின்றன. ஜெம்மியூல்கள் முளையிடுவதற்கு முன்பே சில ஆர்க்கியோசைட்டுகள் செயற்படுத்தப்படுகின்றன. அவைகள் பிளவுபட ஆரம்பிக்கின்றன. இவ்வாறு செய்யும்பொழுது சிறு சிறு செல்களைத் தோற்றுவிக்கின்றன. இச் சிறுசிறு செல்கள் பிளவிப்பெருகலின்பொழுது தோன்றும் கருக்கோளச் செல்களைப் (blastomeres) போல் உருவளவில் குறைந்துகொண்டே செல்கிறது. கிளைக்கோ புரோட்டீன் (glyco protein) சிறு தட்டுகள் படிப்படியாக மறைந்துவிடுகிறது. உட்கருக்கள் குரோமேட்டின் பொருள்களை அதிகப்படுத்திக்கொள்கின்றன. குரோமேட்டின் பொருள்கள் கூடுவது சுறுசுறுப்பாக வளர்ச்சியுறும் செல்களுக்கும் அதிக வளர்சிதைமாற்றமுறும் செல்களுக்கும் உரிய பண்புகளாகும். இந்தச் சிறிய சுறுசுறுப்பான செல்கள் ஹிஸ்டோஃபிலாஸ்டு அல்லது திசுச்செல்கள் (histoblasts) என்று குறிப்பிடப் படுகிறது. இவைகள் திசுக்களை உற்பத்திசெய்கின்றன (Brien, 1932). ஜெம்மியூல்கள் முளைக்கும்; அப்பொழுது ஜெம்மியூலின் உள்ளடங்கிய பொருள் சிறு துவாரத்தின் அல்லது மைக்ரோபைல் (micropyle) வழியாக ஊர்ந்து வெளிவருகின்றது. இவ்வாறு வெளிவந்த பொருள்கள் வெறுமையான ஓட்டைச்சுற்றி (shell) ஒழுங்கற்ற திரட்சியை உருவாக்குகின்றன. (படம் 98 அ) ஹிஸ்டோஃபிளாஸ்டுகளும் ஆர்க்கியோசைட்டுகளை உள்ளடக்கிய எஞ்சிய கிளைக்கோ புரோட்டீனும் ஓட்டை விட்டு வெளிவருகின்றன. ஓட்டின் வெளிப்புறத்தில் ஆர்க்கியோசைட்டுகள் பிளவுறுதலும் பிளவுபட்ட அவைகள் ஹிஸ்டோஃபிளாஸ்டுகளாக மாற்றப்படுவதும் தொடர்ந்து நடைபெறுகிறது (படம் 99). இப்

பொழுது ஹிஸ்டோபிளாஸ்டுகள் முறைமையற்ற பின்னலமைப் புடையனவாக அடுக்கப்படுகின்றன (படம் 98 ஆ). இந்த அமைப்பு களில் குழிகள் (cavities) வெளிப்படுகின்றன. இந்தக்குழிகளைச் சூழ்ந்துகொண்டிருக்கும் ஹிஸ்டோபிளாஸ்டுகள் வேறுபாட டைந்து கோயனோசைட்டுகளாக (choanocytes) ஆகின்றன. மற்றைய ஹிஸ்டோப்ளாஸ்டுச் செல்கள், புறத்தோலடுக்குச் செல்கள், ஸ்கிலிரோபிளாஸ்டுகள் (scleroblasts), துவாரச்செல்கள் (pore-cells) மீசன்கைம் செல்கள் போன்றவைகளாகின்றன. இவைகள் தனிமாதிரியான வழியில் அடுக்கப்பட்டிருக்கின்றன. ஆகவே, செல் திரட்சி சீக்கிரமே ஒரு சிறிய புழையுடலியாக உருப்பெறுகிறது. இந்தச் சிறு புழையுடலி நுண் இழைமங்களைக்



படம் 99

ஜெமமியூல் – இன ஆர்க்கியோசைட்டுகள், புதிய புழையுடலியாக வளரும் பொழுது கிஸ்டியோ பிளாஸ்டுகளாக உருமாற்றப் படுகின்றன. ஆர்க்கியோ சைட்டுகள் இப்பொழுதும் டியூட்டோ பிளாசத்தைக் கொண்டுள்ளன. அவைகள் மறைமுகப் பிரிவு முறையில் பிரிகின்றன.

1. டியூட்டோ பிளாசம் 2. ஆர்கியோ சைட்டுகள்.

கொண்ட அறைகளையும் உட்கால்வாய் மண்டலங்களையும், ஆஸ்டியா (ostia) முதலியவற்றையும் வைத்திருக்கின்றன.

புழையுடலிகள் முழுமையான திரட்சிநீக்கமுறும்படி செய்யப் பட்ட (de-aggregation) பிறகு அவைகள் அவைகளுடைய உள் ளார்ந்த அமைப்பைத் திரும்பவும் அமைத்துக்கொள்ளும் திறமையை வைத்திருப்பது மிகவும் முக்கியத்துவம் வாய்ந்ததாக இருக்கலாம். ஜெம்மியூல்களின் வளர்ச்சி மிகவும் ஒற்றுமையுடைய வழிகளின் வழியாகவே செல்கின்றது. வளர்ச்சி, நேரடியான வளர்ச்சியின் எல்லையையே எட்டிவிடுகிறது. ஒவ்வொரு தனித் தனிச்செல்லும் வேறுபாடடைந்து முழுமையான விலங்கில் அவைகள் இடங்களையும் எடுத்துக்கொள்கின்றன.

பாலிலி இனப்பெருக்கத்தில் காணப்படும் மாறுபட்ட வழி முறைகளை மறு சீராய்வு செய்யும்பொழுது ஒரு பொது முக்கியத்துவமுடைய ஒரு தத்துவம் வெளிப்படுகிறது. புற உருவாக்கச் செய்முறைகளில் காணப்படும் சிக்கல் வளர்ச்சியின் ஆரம்பநிலைக்கும் முடிவு நிலைமைக்கும் இடையே இருக்கும் வேறுபாடுகளின் தராதரமே நிர்ணயிக்கின்றன. கருவாக்கத்தின் (embryogenesis) ஆரம்பநிலை ஒரு தனிச் செல்லாக இருக்கிறது. ஆகையால் பிளவிப்பெருகல் (eleavage) காலம் தேவைப்படுகிறது. பிளவிப்பெருகலினால் இந்த மண்டலம் அல்லது அமைப்பு பல செல்லுடைய நிலைமையை அடைகிறது. பாலிலி இனப்பெருக்கத்தில் ஆரம்பமண்டலம் அமைப்பு ஏற்கெனவே பல செல்லுடையதாக இருக்கிறது. ஆகவே, பிளவிப்பெருகல் தேவைப்படவில்லை. (ஏதோ ஒன்றில் பிளவிப்பெருகலை ஒத்த ஒன்று தோன்றுகின்றது. புழையுடலிகளின் ஜெம்மியூல்களில் ஆர்க்கியோசைட்டுகள் உணவைச் சேமிக்கின்றன. இவைகளில் பிளவிப்பெருகல் தோன்றுகிறது. அதுபோலவே அண்டச் சுரப்பியிலுள்ள மூல அண்டச்செல் அல்லது ஊசிஸ்ட்களிலும் பிளவு நடைபெறுகிறது. உணவுப்பொருளும் சேமித்து வைக்கப்படுகிறது). பாலிலி இனப்பெருக்கத்தில் ஆரம்ப மண்டலத்தில் (initial system) செல்கள் ஒரு செல் அடுக்கிற்கு அதிகமாகவே அடுக்கப்பட்டிருக்கிறது. இந்தநிலை இருபடைக் கருக்கோள நிலையைத் தேவையற்றதாக்கி விடுகிறது. இவற்றிற்குப் பிறகு வளர்ச்சிக் காலங்களில் எஞ்சியிருப்பவைகள் முறையே அங்கஉற்பத்தி (organogenesis), மாறுபாடடைதல் (differentiation), வளர்ச்சி (growth) என்றவைகளாகும்.

பாலிலி இனப்பெருக்கத்தில் நடந்த ஆராய்ச்சிகளிலிருந்து மிகவும் சிந்தனையைக் கிளறுகிற இரண்டாவது உண்மை வெளிப்படுகிறது. அது என்னவென்றால் சாதாரண சூழ்நிலை கொடுக்கப்பட்டால் கடைசி எடுத்துக்காட்டில் விலங்கினுடைய உடலின் அமைப்பாக்கம் முழுவதும் இனத்தின் தனித்தன்மையுடைய செல்களின் (species-spicific-cells) மரபியல் அமைப்பினால் நிர்ணயிக்கப்படுகிறது. முட்டைச் செல்லின் முனைத்துவமும், சைட்டோபிளாசப்பொருள்களின் அமைப்பில் ஒரே நிலையற்ற நிலையும் முட்டை அமைப்பில் காணப்படுகின்றன. முட்டையின் இந்த அமைப்பு ஒரு இயக்க இயந்திர நுணுக்கத்தைக் (mechanism) கொடுக்கிறது. இந்த இயந்திர நுணுக்கம் வளர்ச்சியுறும் வளர் கருவிலுள்ள செல்களின் முறைமையான மாறுபாடடைதலை வழி நடத்திச்செல்கிறது. இருப்பினும் இந்த இயந்திர நுணுக்கம்

தவிர்க்கக்கூடியதாக இருக்கிறது. அதே விளைபொருள் (end-product) வேறொரு ஆரம்ப அமைப்பிலிருந்தும் பெறப்படலாம். ஆனால், இதில் செல்கள் அதே மரபியல் அமைப்பைக் கொண்டிருக்கவேண்டும். பொதுவாக விலங்கு உடலின் முறைமையான அமைப்பாக்கம் வெவ்வேறு செல்களின் பின்னிய செயல்விளைவு களாலும், அவற்றின் தொகுப்பாலும் பெறப்படலாம். இந்தச் செல்கள் இனத்தின் தனித்தன்மையுடைய மரபியல் உள்நிலை ஆற்றல்களின் அடிப்படையில் உண்டாக்கப்பட்டிருக்கவேண்டும். இது மிகவும் எளிமையான உயிர் சார்ந்த மண்டலங்களில் நிகழக்கூடியதாக இருக்கிறது.

14. வளர்ச்சியின் சிறப்பு

(Development A Retrospect)

முதிர்ந்த உயிரியின் இடஞ்சார்ந்த பலவான தன்மை அதனுடைய வளர்ச்சி நிகழ்வின்போது எப்படித் தோன்றிற்று ? இதுதான் நாம் இங்கே காணப்போகின்ற வாதத்திற்கு முக்கியப் பிரச்சினையாக இருக்கிறது. நாம் இந்த இடஞ்சார்ந்த பல்வகைத்தான தன்மை அப்படிப்பட்டதாகவே கருவுற்ற முட்டையில் இன்னும் இருக்கவில்லை. கருவுற்ற முட்டை ஓரளவு விசாலமான பல்வகைத்தான தன்மையைக் காட்டுகிறது. இந்தப் பல்வகைத்தான தன்மை அதனுடைய முனைத்துவம், இருபக்கச் சமச்சீர் ஆகிய இரண்டின் வழியாக வெளிக்காட்டப்படுகிறது. இந்த இரண்டும் முட்டையின் புறணியில் அமைந்திருப்பது உண்மையாக இருக்கலாம். எப்படி இருந்தபோதிலும் வளர்ச்சி, கருவின் அமைப்பில் ஒரே நிலையில் அதிகரிக்கக்கூடிய பல சிக்கல்களைத் தோற்றுவிப்பதையே முதன்மையாகக் கொண்டிருக்கிறது. முதல்நிலையில் ஒத்த தரமுடைய மண்டலங்களில் தோன்றிக் கொண்டிருக்கிற வழிப்படுத்தும் செயல்களின் இயக்கவிளைவுகளுக்குட்பட்டு எங்கும் பரவலாக இல்லாமல் ஓரிடத்தில் நிர்ணயிக்கின்ற பொருள்களின் குவிவு தோன்றுகிறது. இந்தத் தீவிரமாகப் பலவாகும் தன்மை சைட்டோபிளாசத்தின் சிக்கலான அமைவுப்பொருள்களினாலும் அவைகளின் மிக நுண்ணிய மூலக்கூறுகளின் அமைப்பினாலும் வெளிக்காட்டப்படுகிறது. ஆகவே, பிளவிப்பெருகுவதால் தோன்றுகின்ற செல்கள் ஆரம்பத்திலிருந்தே சைட்டோபிளாசப் பொருள்களின் வெவ்வேறு விகிதங்களையும் மூலப்புறணியின் வெவ்வேறு பாகங்களையும் இயற்பண்பாகப் பெற்றிருக்கின்றன. இந்த முதல்நிலை வேதியியல்வழி மாறுபாடுகள் உட்கருவிலுள்ள ஜீன்கள் செயல்படுத்தப்படுதலிலும் வேறுபாடுகளை உண்டுபண்ணுகிறது. இதனால் வெவ்வேறு தொகுப்புச் செய்முறைகள் முடுக்கிவிடப்படுகின்றன. இது மீண்டும் ஏதோ ஒரு இடக்கிடப்பியல் செய்முறைகளைக் கிளறிவிடுகிறது. இந்தச் செய்முறைகளினால் செல்கள் புலம்

பெயர்கின்றன. இதனல் புதியதொரு இடக்கிடப்பியல் தொடர்புகள் உண்டாக்கப்படுகின்றன. இதனுல் ஒன்றுக்கொன்று ஆக்கத்திரிபுகளை ஏற்படுத்துவதற்குத் தேவையான சூழ்நிலை உருவாக்கப்படுகிறது. இதைத்தான் தூண்டியியக்கம் என்று கூறுகிருர்கள். முடிவில் இயற்பியல், வேதியியல் பண்புகளில் பல்வகைப்பட்ட செல்கள் வேதியியல்வழி மாறுபாடுகளினுல் தோற்றுவிக்கப்படுகின்றன. இந்தப் பண்பு புற உலகிற்கும் புலப்படுகிறது. இந்தநிலை திசுக்கள் மாறுபாடு அடைவதற்கு ஆரம்பநிலையாக இருக்கிறது. இந்தச் செயல் உயிரின் குறித்த செயல்களைச் செய்யும் உறுப்புகளைத் தயார் செய்கிறது. இந்தச் செயல்படு நிலையை அடைந்த பின்னும்கூட வளர்ச்சி ஒரு முடிவுக்கு வருவதில்லை. ஆனுல், அவைகளின் பாகங்களுக்குள் தொடர்ந்து நடைபெற்றுக்கொண்டிருக்கும் பின்னிய செயல்விளைவுகளைத் தோற்றுவித்துக்கொண்டேயிருக்கிறது. முடிவில் மறுவளர்ச்சி என்ற இயற்காட்சி உடலின் ஒரு பகுதியை நீக்கிவிட்டால் எஞ்சியிருக்கின்ற பாகத்தில் புதிய செய்முறைகளைத் தோற்றுவிக்கிறது. இந்தச் செயல்முறை முடிவில் இழந்த பகுதி முழுமையாகவோ அல்லது அரைகுறையாகவோ மீண்டிருப்புச் செய்யப்படுவதற்குக் காரணமாக இருக்கிறது.

ஆகையால் வளர்ச்சி ஒரு மிகப்பெரிய அளவில் எபிஜெனிசிஸ் (epigenesis) பண்புகளைக் கொண்டிருக்கிறது. முதிர் உயிரியின் இந்த இடஞ்சார்ந்த அமைவு (structure) முட்டையில் அப்படிப் பட்டதாக முன்னுருவாக்கம் பெறவில்லை. ஆனுல், ஒவ்வொரு விலங்கின் வளர்ச்சியிலும் அவைகள் டீனோவா (denovo) முறையில் தோன்றுகின்றன. எப்படி இருந்தபோதிலும் அந்த உயிர்மப் பொருள்களின் பலவாகும் தன்மை வேறொரு உருவத்தில் ஏற்கெனவே இருக்கிறது என்பதை மறந்து விடக்கூடாது. இது தீவிரமாகப் பலவாகும் தன்மையில் அமைந்திருக்கிறது (Intensive multiplicity). முட்டையின் இந்தத் தீவிரமாகப் பலவாகும் தன்மை இல்லாது இருக்குமேயானுல் அதனுடைய எஞ்சிய வளர்ச்சி எவ்வாறிருக்கும் என்று நினைத்துப்பார்க்கவே முடிவதில்லை. ஆகவே முட்டையின் இடஞ்சார்ந்த பலவாகும் தன்மை (spatial multiplicity) ஒன்றுமில்லாததொன்றிலிருந்து தோன்றவில்லை. ஆனுல், தீவிரமானதை விரிவான பலவாகுந்தன்மையாக உருமாற்றப்படுவதாலேயே தோன்றுகிறது. இந்தத் தன்மை மூலக்கூறு நிலையிலிருந்து இப்பொழுது வெளிப்படையாகப் புலப்படுகிறது. வேறுவழியில் கூறவேண்டுமானுல் அமைப்பின் திட்டம் (structural plan) முட்டையில் இயல்பாகவே உள்ளார்ந்தநிலையில் அமைந்திருக்கிறது. ஆனுல், இந்த அமைவு இடஞ்

சார்ந்த ஒன்ருக இல்லாதிருப்பது உண்மை. ஆனல், வளர்ச்சிக் காலத்தில் இடஞ்சார்ந்த பலவாகும் தன்மை உண்மை நிகழ் வாகவே தோன்றுகிறது. முடிவாக, வளர்ச்சியின் எல்லாச் செய்முறைகளும் முட்டையின் அமைப்பிற்கேற்ருற்போலவே இருக்கிறது. இந்த அமைப்பிற்கேற்ற நிலையான விதிகளின்படி வளர்ச்சிமுறைகள் தொடர்ச்சியாக நடைபெறுகின்றன. முரண் பாடில்லாத பின்னிய தொடர்புக்கு இதுவே காரணமாக இருக் கலாம். இந்த முரண்பாடில்லாத பின்னிய தொடர்புகள் இயல் பான வளர்ச்சிக்கு மிகமிக முக்கியமானதாக இருக்கிறது. வளர்ச் சியின் ஒழுங்கான வரிசையான முறைமைப் பண்பிற்கு முட்டை யின் அமைப்பே காரணமாக இருக்கிறது. ஒரு முறை முட்டை யின் அமைப்பு முடிவுகட்டப்பட்டுவிட்டால் அந்தமுடிவு எக் காலத்திற்கும் ஏற்றவாறேயிருக்கும்; மாற்றமுடிவதில்லை. வளர்ச்சி யின் ரகசியம் கருவுற்ற முட்டையின் அமைப்பில் அடங்கிக் கிடக்கிறது. அதிலிருந்து எஞ்சிய செயல்கள் தேவை அடிப் படையில் ஒன்றையொன்று தொடர்ந்து நடைபெறுகின்றன.

வளர்ச்சி என்ற ஆய்ந்து காணப்படாத செய்தியை சீரிய நோக்குடன் அணுகினல் அதைப் புரிந்துகொள்வது எளிதான தாகவே இருக்கிறது. வளர்ச்சியின்பொழுது மிகச்சீரியவகையில் குற்றமற்ற அமைப்பைக்கொண்ட ஓர் உயிரி ஒன்றுமில்லாத ஒன்றி லிருந்து தோன்றுவதுபோல் தோன்றுகிறது. இந்தத் தோற்றம் உயிர் என்ற விநோதம் எவ்வாறு தோன்றிற்று ? என்பதைக் குறித்து அறிந்துகொள்ளும் வகையில் பல கேள்விகள் தோன்று கின்றன. மேலே குறிப்பிட்ட பிரச்சினைக்குத் தீர்வு காணும் வகையில் பல ஆராய்ச்சிகள் வளர்ச்சி இயக்கங்கள் அடிப்படை யில் அமைக்கப்பட்டன. இந்த ஆராய்ச்சிகள் இந்தப் பிரச் சினையை விளக்கும் வகையில் அமைக்கப்பட்டன. ரூக்ஸ் (Roux) வளர்ச்சி இயல் இயக்கவியல் (developmental mechanics) பற்றி ஆராய்வதில் முதன்மையானவர். ஆகவே அவர் வளர்ச்சி இயல் இயக்கவியலின் 'தந்தை' என்றழைக்கப்படுகிருர். ரூக்ஸ் அக்காலத்தில் ஓங்கிநின்ற உயிரின் இயந்திரக் கோட்பாடு (machine theory) என்பதையே சார்ந்திருந்தார். இந்த இயந்திரக் கோட் பாடு உயிர்வாழும் உயிர்களைச் சீரான முறையில் செயல்படும் இயந் திரங்களாகவே கருதியது. இந்தக் கொள்கை அடிப்படையில் எல்லா உயிர்நூல் இயற்கைக் காட்சிகள் எல்லாவற்றையும் வேதி யியல், இயற்பியல் விதிகள்மூலம் முற்றிலும் விளக்கமுடிவதா யிருந்தது. முட்டையும்கூட இது போன்றதொரு இக்கட்டான அமைப்பைக்கொண்ட இயந்திரம் என்றே கருதினர்கள். சாவி கொடுக்கப்பட்ட இயந்திரம் எவ்வாறு தானகவே இயங்கு கிறதோ அதுபோல முட்டையின் வளர்ச்சி முடங்கிக்கிடக்கும்

ஆக்கச்சக்திகளை முடுக்கி விடுவதையே ஒத்திருந்தது. வீஸ்மானின் கோட்பாடும் (Weismann's theory) இந்தக் கருத்தையே கடைப்பிடித்துத் தர்க்க ரீதியான முடிவிற்கும் ஈர்த்துச் செல்கிறது.

டிரிஷ் (Driesch) இந்தக் கோட்பாடுகளுக்கு எதிராக ஒரு ஆர்ப்பாட்டத்தையே தொடங்கிவைத்தார். குறிப்பாகக் கடல் அர்ச்சினில் (sea-urchin) அவரால் நடத்தப்பெற்ற ஆராய்ச்சிகள் இயந்திரக்கோட்பாடு வளர்ச்சி என்ற கூர்நோக்குக் கருத்தை விளக்கமுடிவதில்லை என்று அவரை நம்பும்படி செய்தது. இயந்திரக் கோட்பாட்டிற்கு முக்கியமான இடற்கட்டை இயல்பான வளர்ச்சிக்காலத்தில் தோற்றுவிக்கப்படுகின்ற பிரட்சிகளால் வளர்ச்சி மாறுபடாமல் இயல்பானவழியில் வளர்ச்சி சென்று முடிவில் இயல்பான சாதாரண வளர்கரு தோன்றுகிறது என்பதுதான். இது இழந்த பாகத்தையும் சரிக்கட்டிக் கருவை முழுமைப்படுத்துவதால் ஒழுங்குபடுத்தல் (regulation) என்று அழைக்கப்படுகிறது. இயந்திரக் கோட்பாடு இந்த உண்மையைப் புரிந்து கொள்ளாத நிலையில் இருந்திருக்கிறது என்று தோன்றுகிறது. டிரிஷ் கோட்பாட்டிற்கிணங்க ஒரு இயந்திரத்தை அதே அமைப்புக்கொண்ட பல இயந்திரங்களாகப் பிரிப்பது என்பது எண்ணமுடியாததொன்ருக இருக்கிறது என்று கருதினுர்; அல்லது ஒரு இயந்திரத்தின் அமைப்பை மாற்றி அமைத்தால் அல்லது அதனுடைய செயல்படும் முறையை மாற்றி அமைத்தால் அது தன்னுடைய சாதாரண நிலைக்கு மீண்டும் வருவது சாத்தியமானதல்ல. ஆகவே, இயந்திரத்திற்கு அப்பாற்பட்டு வேருெரு இயந்திரச் சார்பற்ற காரணி (non-mechanial factor) ஒன்று இருக்கிறது. அதை அவர் என்டிலெக்கி (entelechy) என்றழைத்தார். இந்தக் காரணியால்தான் முரண்பாடுகள் தோற்றுவிக்கப்பட்டபின் இயந்திரத்தைச் சரிப்படுத்த முடிகிறது. அதோடல்லாமல் அந்த இயந்திரத்தைச் சரியான வழியில் செல்லுமாறு செய்கிறது. ரூக்ஸ், வீஸ்மேன் போன்றவர்களின் இயல் இயக்கக் கொள்கைக்கு (mechanism) எதிர்ப்பாக வைட்டலிஸம் (vitalism) என்பதைக் கொண்டுவந்தார்கள். உயிரின் இயல்இயக்கவியல் செய்முறைகளின் இயற்காட்சிகளில் என்டிலெக்கி அல்லது உயிர் நிலை விசைகள் (vital force) குறுக்கிடுவதால் கலப்பற்ற இயற்பியல், வேதியியல் விளக்கங்கள் இந்தக் கூர்நோக்குக் கருத்துகளை விளக்கமுடியாததாயிருக்கின்றன. டிரிஷ் முடிவிற்கு இதுதான் அடிப்படையாக அமைந்தது. இதன்மூலம் உயிரின் தனித்தியங்கும் (autonomy of life) தன்மையை அவர் மெய்ப்பித்தார்.

டிரிஷ் காட்டிய நிரூபணம் (proof) ஏற்றுக் கொள்ளத்தக்கதல்ல என்பதை நாம் முன்னமேயே கண்டிருக்கிறேம். இயந்

திரக் கோட்பாடு ஒன்றைத்தவிர சரிப்படுத்தலை விளக்குவதற்குப் பிரத்தியேகமான உயிர்விசைகள் தேவைப்படுகின்றன என்ற ஊகம் ஒன்றைத்தான் சிறந்த விளக்கமாகக் கொள்ளமுடியாது. சரிப்படுத்தல் (regulation) என்ற அனுமானக்கோட்பாட்டை எந்த நிலையில் சரிப்படுத்துதல் நடைபெறுகிறதோ அந்தப் படி நிலையில் இன்னும் இயந்திரம் தோன்றவில்லை என்றுகொண்டால் மிகமிக எளிதில் விளக்கிவிடலாம். அதாவது இடஞ்சார்ந்த பல வாகும் தன்மை, மண்டலங்கள் இன்னும் தோன்றவில்லை என்ப தாகும். இந்த விளக்கம் டிரிஷினுடைய வன்மையான வாதமும் அவருடைய வைட்டலிசம் (vitalism) கோட்பாடும் செயலறிவால் தோன்றிய கோட்பாடாக இருப்பதால் அது நம்பத்தக்கதாக இல்லை என்று காட்டிற்று.

இப்பொழுது இயல்இயக்கம் என்ற கோட்பாடு மட்டும் தான் உயிரின் இயற்கைப் பண்புகளை விளக்கும் ஒரேகருத்து என்று கொள்வதா ? என்ற வினா எழலாம். ஆகையால் உயிர் வேறொன்றுமில்லாமல், இயற்பியல், வேதியியல் மண்டலங்களைக் கொண்டதெனக் கருதப்படுகிறது. ஆகவே, இயற்பியல் வேதி யியல் ஆகியவற்றின் விதிகளைக்கொண்டு முழுமையாக உயிர் இயற்காட்சிகளை விளக்கிவிட முடியுமா? என்பன போன்ற தொடர் வினாக்களும் எழலாம். இந்த விவாதத்தில் நாம் எப்பொழுதும் உறுதியாக இயற்பியல், வேதியியல் செய்முறைகள் வவர்ச்சியுறும் உயிரியில் வற்புறுத்தி இருக்கிறோம். எது எப்படி இருந்தபோதி லும் ராவன் (Raven) இதே கருத்தை ஆதரிக்கிறார். இருப்பினும் இது போன்றதொரு எடுத்துக்காட்டு காணப்படுவதில்லை. அதன் காரணமாகக் கொஞ்சகாலத்திற்கு நாம் நம்முடைய கவனத்தை உயிர் மண்டலங்களுக்கும் இயற்பியல், வேதியியல் மண்டலங் களுக்கும் இடையேயுள்ள தொடர்பையும் அதிலிருந்து உயிரின் இயற்கையான இயல்பை அறிவதற்கு அது எவ்வாறு உதவுகிறது என்பதைப்பற்றியும் அறிவதில் ஈடுபடுத்தவேண்டும். நாம் ஜோர் டான் என்பவரால் உருவாக்கப்பட்ட நோக்கங்களிலிருந்து துவங்குவோம்.

ஜோர்டான் எண்ணப்படி இயற்பியலுக்கும், வேதியியலுக்கும் உள்ள வேற்றுமை ஒரு பக்கத்திலும் இந்த இரண்டிற்கும் உயிர் நூலுக்கும் இடையிலுள்ள வேறுபாடுகளும் வழிமுறைகளில்தான் காணப்படுகிறதே தவிர எடுத்துக்கொண்ட தலைப்பிலோ, பொரு ளிலோ (subject) அல்ல. இயற்பியலும் வேதியியலும் உயிர் நூலுடன் ஒப்பிடும்பொழுது உயிரற்ற விஞ்ஞானங்கள் என்று எதிர்ப்பது உண்மையில் சரியானதல்ல. இயற்பியலும் வேதி யியலும் உயிருள்ள உயிரற்ற இரண்டின் முழுமையான இயல்

பைக்கொண்ட அறிவியல்களாகும். அவைகளின் வேலை இயற்கையில் நிகழ்கின்றவைகளை எந்த வழிகளில் நடைபெறுகின்றன? (modes of operation) என்பதைப் பற்றி ஆராய்வதாகும். ஆகையால் பகுத்தாய்கிற அறிவியல்களாகவும் செய்முறை அறிவியல்களாகவும் இருக்கின்றபடியால் அவைகள் ஒன்றின்மேல் ஒன்று செயல்படுகிற காரணிகளைக் கூடியமட்டில் தனித்தனியே பிரித்தெடுக்க முயற்சிக்கின்றது. அவைகளை எந்த ஒரு கூர் நோக்கை (phenomenon) அறிவதற்கு எடுத்துக்கொண்டோமோ அதன் ஆராய்ச்சியில் குறுக்கிடுகின்ற காரணிகள் எல்லாவற்றையும் ஒன்றன்பின் ஒன்றாக நீக்கிச் செய்முறையின்போது எதிர்பாராமல் நிகழ்கின்ற சந்தர்ப்பங்களிலிருந்து தனிப்படுத்திக் காட்டுவதே அவைகளின் நோக்கமாகும். இந்த வழிகளில் வேதியியலும், இயற்பியலும் இயற்கை விதிகள் என்ற விதிகளைத் தோற்றுவிக்கின்றன. இவைகள் செய்முறைகளின் சமயத்தில் எதிர்ப்பட்ட நடைமுறை வழிகளின் நிகழ்வேயாகும். இந்த அறிவியல் விதிகள் தோற்றுவிக்கப்பட்ட முறையில் நடைபெறுகின்றனவா? என்பதில் அதிக ஈடுபாடுகளைக் காட்டுவதில்லை. உதாரணமாகக் கீழே விழுகின்ற ஒவ்வொரு பொருள்களும் புவியின் ஈர்ப்புச் சக்திக்கு முற்றிலும் உட்பட்டே கீழேவிழுகின்றன என்று சொல்லுவதற்கில்லை. இதற்கும் மேலாக உண்மை நிகழ்வு (occurance) 'இங்கே' மேலும் 'இப்பொழுது' இயற்காட்சிகள் இவ்வாறு நடைபெறுகின்றன என்பதில் அவ்வளவாக ஈடுபாடு காட்டவில்லை. இயற்பியல் மின்னூட்டங்களின் பண்புகளைப்பற்றி ஆராய்கிறதே தவிர மின்னல்கள் எங்கே போய் தாக்குகின்றன? என்பதைப் பற்றிக் கேட்பதில்லை. அதேபோல் வேதியல் 'அ'வும் 'ஆ'வும் சந்திக்கும்பொழுது எதிர்ச்செயல் விளைவுகளை ஏற்படுத்துவதைப் பற்றிக்கூறுகிறது. ஆனால், வேதியல் இந்த இரண்டும் இயற்கையாக ஆராய்ச்சியாளரின் குறுக்கீடில்லாமல் எப்பொழுதாவது தானாகவே ஒன்றையொன்று ஈர்க்கின்றனவா? என்பதைப் பற்றி அறிவதில் அவ்வளவு விருப்பம் காட்டவில்லை. இச் செயல் அடிக்கடி நடைபெறுகின்றதா? அல்லது சில சமயங்களில் மட்டும் நடைபெறுகின்றதா ? என்பதிலும் சிரத்தை காட்டுவதாகத் தெரியவில்லை.

உயிர்நூலில் இந்த நிலைமை முற்றிலும் வேறுபட்டிருக்கிறது. இங்கே எல்லா விருப்பங்களும் இங்கே (here) மேலும் இப்பொழுது (now) என்பதன்மேல் குறிக்கப்பட்டிருக்கின்றன. அதாவது 'அ', 'ஆ'வுடன் எதிர்ச் செயல் விளைவுகளைத் தோற்றுவிக்கின்றது என்பது உயிர்நூலில் முக்கியமானதாகக் கருதப்படவில்லை. ஆனால், இந்த எதிர்ச்செயல் விளைவு திட்டவட்டமாக இங்கே (here(இந்தத் தருணத்தில் இப்படி நடைபெறுகிறது என்பது

உயிர் நூலுக்கு மிகமிக முக்கியமானதாகும். உயிர்வாழ் உயிரியில் நடைபெறுகின்ற இயற்காட்சிகள் (phenomena) ஒவ்வொன்றிற்கும் குறிப்பிட்ட இடமும் நிகழவேண்டிய குறிப்பிட்ட காலமும் உண்டு. இந்த உண்மையின் அடிப்படையில் மட்டுமே ஒழுங்கான உயிர்வாழ் இயற்காட்சிகள் முன்னேறிச்செல்வது சாத்தியமாக இருக்கிறது. உயிர்நூலில் இந்த ஒழுங்கான முறைமையில்தான் முழுவிருப்பமும் மையம் கொண்டிருக்கிறது. ஆனால், இயற்பியல், வேதியியல் இரண்டும் தனித்தனியாகப் பிரித்தெடுக்கப் பட்ட செயல்முறைகளில் மட்டுமே கவனம் செலுத்துகின்றன. மேலும், அவைகள் உண்மையான செயல்முறைகளில் இணைந்து செயல்படுவதைப் புரிந்துகொள்ளத் தவறிவிடுகின்றன.

மேலே கண்ட எண்ணங்களின் அடிப்படையிலிருந்து உயிர் நூலுக்கும் இயற்பியல், வேதியியல் இவைகளுக்கிடையேயுள்ள தொடர்பை இரண்டு பகுதிகளாகப் பிரிக்கலாம். நாம் ஒரு வழியில் உயிர்வாழ் விலங்குகளின் செயல்களின் வழிமுறைகளை அப்படியே எண்ணிப்பார்க்கலாம். ஆனால், அதே நேரத்தில் அவைகளின் உலக வாழ்விற்குரிய தொடர்புகளையும் நாம் கருத்தில் கொள்ளவேண்டும்.

உயிர்நூலில் ஏதாவது ஒரு காலத்தில் செயல் வழிமுறைகளைக் காணமுடியுமா? அப்படியே காணமுடிந்தாலும் சில அடிப்படையான காரணிகளின் அடிப்படையில் அவைகளை இயற்பியல் விதிகளாகவோ, வேதியியல் விதிகளாகவோ உருவாக்குவதும் அல்லது அந்த விதிகளின்மூலம் விளக்குவதும் முடியாது என்று கூறுவது அறிவீனமாகும். உயிர்வாழ் விலங்குகளைப் பகுத்துப் பிரித்து ஆராயும் காலங்களில் உயிர்நூல் வல்லுநர்கள் செயல் வழிமுறைகளைக் காணவேண்டியநிலை ஏற்படுகிறது. இந்தச் செயல்வழிமுறைகள் இயற்பியல் வல்லுநராலோ அல்லது வேதியியல் வல்லுநராலோ விரிவாக ஆராயப்படவில்லை. இந்த இயற்காட்சிகளை ஆராயவேண்டிய முழுப்பொறுப்பு இயற்பியல், வேதியியல் வல்லுநர்களையே சாரும். அவர்கள் அவர்களுக்கே உரித்தான முறைப்படி ஆராய்வது அவர்களுடைய கடமையாகும். ஒவ்வொரு செயல்வழிமுறைகளையும் தனித்தனியாகப் பிரித்து அவைகள் எந்த அடிப்படையில் உருவாக்கப்பட்டிருக்கின்றன என்பதையும், எந்த விதிகளின் வழியில் உருவாக்கப்பட்டிருக்கின்றன என்பதையும் கண்டுபிடிப்பது அவர்கள் கடமையாகும். இயற்பியலும், வேதியியலும் பல நேரங்களில் பல்வகையான பிரச்சினைகளையும் ஆராய்ச்சிக்குரிய பொருள்களையும் உயிர்நூலிலிருந்து பெற்றிருக்கின்றன என்பதைப் பார்க்கும்பொழுது இது ஒரு புனை எடுத்துக்காட்டாக இருப்பதாகத்தோன்றவில்லை கால்வானி (galvani) தவளையின் சதைகள் இரண்டு வெவ்வேறான

உலோகக் கடத்திகளைத் தொட்டால் என்ன நேரிட்டதோ அதன் அடிப்படையில்தான் மின்னோட்டக் கோட்பாடுகள் (theory of electricity) உருவாக்கப்பட்டன. மின்னோட்டக் கோட்பாட்டின் வளர்ச்சிக்கு உயிர்நூல் எவ்வளவு முக்கியத்துவம் வாய்ந்ததாக இருந்திருக்கிறது என்பது மேலே கண்ட எடுத்துக்காட்டு விளக்கு கிறது. பிற்காலத்தில் பெஃபரின் (pfeffer) தாவர செல்களில் காணப்பட்ட சவ்வூடுபரவுதல் என்ற இயற்காட்சிகளிலிருந்து கிடைத்த கூர்நோக்குகள் (observations) இயற்பியல் வேதிநூல் (physical-chemistry) வளர்வதற்கு ஒரு புதுமையான எழுச்சியைக் கொடுத்தது. இந்தக் கூர்நோக்குகள் இயற்பியல் வல்லுநர்களும், வேதியியல் வல்லுநர்களும் இந்த இயற்காட்சிகள் எந்த விதி களின் அடிப்படையில் உருவாக்கப்பட்டிருக்கின்றன என்பதைப் பகுத்தாராய்வதற்கு உதவியாய் இருந்தன. பொதுவாக இங்கே மேலும் இப்பொழுது (here and now) ஆகியவற்றின் அறிவியல்கள், இயற்பியல், வேதியியல் ஆகியவற்றால் சிரத்தை யுடனும் விரிவாகவும் ஆராயப்படுவதற்குத் தேவையான மூலப் பொருள்களைக் கொடுக்கின்றன என்று கூறலாம் (அறிவியல் உயிர்நூலின் ஓர் பகுதியைத்தவிர ஏனைய விஞ்ஞானங்களான வானநூல், வானிலை ஆராய்ச்சி, புவியியல் போன்ற துணைப் பகுதிகளையும் உள்ளடக்கிக்கொண்டிருக்கிறது). இயற்பியல் வேதி யியல் விதிமுறைப் பயிற்சிகள் இந்த மூலப்பொருள்களை அதனு டைய உள்ளார்ந்த பகுப்புப் பொருள்களாகப் பிரித்தெடுத்து அதன் காரணமாக அவைகளின் உண்மையான இயல்பை அறி வதும் அதனடிப்படையில் ஒப்புக்கொள்ளத்தக்க இயற்கை விதிகளை உண்டாக்குவதும் அறிவியலின் தலையாய கடமையாகும். ஒருமுறை இதைப் புரிந்துகொண்டால் உயிர்நூல் செயல்வழி முறைகளைப்பற்றி நாம் ஆராய்வதில்லை என்ற எண்ணம் தவறான தாகிவிடும். உயிர்நூலும் சில சமயங்களில் செயல் வழிமுறைகளைக் கண்டுபிடிக்கும். அது சில அடிப்படைக் காரணங்களால் இயற் பியல், வேதியியல் மேலாண்மை எல்லைப்பரப்பிற்குள் (domain) வருவது இல்லை. ஆகவே, இயற்பியல், வேதியியல் முறைகள் அவைகளைப் பகுத்தாராயமுடியாத நிலையில் இருக்கின்றன. மேலும், உயிர்நூல் எங்கெல்லாம் தற்செயலான பகுப்பாராய்ச் சியைக் கையாளுகிறதோ அங்கெல்லாம் இயற்பியல் வேதியியல் களினால் உருவாக்கப்பட்ட கோட்பாடுகளும் அவைகளினால் கண்டுபிடிக்கப்பட்ட விதிமுறைக் கட்டுப்பாடுகளும் அவைகளை ஆராய்வதற்கு மிகவும் உதவியாகவும், பயனுள்ளதாகவும் இருக் கின்றன.

எப்படியிருந்தபோதிலும், நாம் எடுத்துக்கொண்ட பிரச் சினையைப் பின்வரும் வகையில் கூறுவோமேயானால் அந்தப் பிரச்

சினை முற்றிலும் வேறுபட்ட பண்பைப்பெறுகிறது. உயிரின் அற்புத நிகழ்ச்சிக்கு இயற்பியல், வேதியியல் ஆகிய இரண்டின் அடிப்படையில் முழுமையான விளக்கத்தைக் கொடுக்கமுடியுமா? என்ற வினு எழலாம். இதற்குமாருக உயிர்நூல், இயற்பியல், வேதியியல் இவற்றின் ஒரு பகுதியே என்று கூறமுடியுமா? என்பது போன்ற கருத்துகள் தோன்றலாம். உயிர்வாழ் உயிரிகளில் செய்முறை வழிகள் மட்டும் முக்கியத்துவம் பெருமல் அவைகள் குறிப்பாகக் காலத்திற்கும், இடத்திற்கும் ஏற்ருற் போல் எவ்வாறு குறிப்பிட்ட இடங்களில் அமைந்திருக்கின்றன என்பதும் முக்கியத்துவம் பெறுகிறது. இயற்பியல், வேதியியல் ஆகியவற்ருல் ஆராயப்பட்ட செயல்வழிமுறைகள் உயிரியல் செயல்வழி முறைகளிலிருந்து முற்றிலும் வேறுபட்டவைகளல்ல. ஆனுல், அது அவைகளுக்குள் ஒன்றுக்கொன்று தொடர்புடைய இங்கே மேலும் இப்பொழுது (now and here) என்றவற்றின் அறிவியல் விளக்கங்களாகும். ஓரே வார்த்தையில் கூறவேண்டு மாளுல் அது உயிரின் விநோதச் செயல்களின் ஒழுங்கு முறையை விளக்குவதாக இருக்கிறது. இந்த ஒழுங்குமுறைதான் உயிர் நூலின் தலைசிறந்த உட்பொருளாக இருக்கிறது. நாம் இங்கே உயிரற்ற மண்டலங்கள் உயிருள்ள மணடலங்களைப்போல ஒழுங்குமுறைகளை வைத்திருக்கின்றனவா என்பதைப் பற்றிக் கருதவேண்டியதில்லை. மிக முக்கியமான உண்மை என்ன வென்ருல் இயற்பியலும், வேதியியலும் உயிருள்ளவைகளில் காணப்படும் ஒழுங்குமுறைகளை விளக்கச் சக்தியற்றவைகளாகவே இருக்கின்றன என்பதேயாகும். ஏன் இவ்வாறு செய்யமுடிய வில்லை என்ருல் மேலே குறிப்பிட்ட உயிரின் முறைமை இயற்பியல், வேதியியல் மேலாண்மை எல்லைப் பரப்புக்கு வெளியே காணப் படுவதேயாகும். இந்த ஒழுங்கு வரிசைமுறையைத் (order) தற் செயலான வழிமுறைகள் மூலம் இதற்கு மேலும் பகுத்தாராய முடிவதில்லை. நாம் இந்த உயிரின் விநோதச் செயல்கள் தோன்றிய காலத்தை நோக்குவோமாளுல் உயிரின் முறைமையாக முன் னேறும் விநோதச் செயல்கள் முதற்காலத்திலேயே உண்டாக்கப் பட்ட நிலையிலிருந்து தோன்றுகிறது என்பதை அறியலாம். இந்த முறைமை இல்லாவிட்டால் உயிர் எவ்வாறு தோன்றக் கூடும் என்று நினைத்துக்கூடப் பார்க்க முடிவதில்லை. உயிரியலில் இந்தக் கருத்தை ஏற்றுக்கொள்ளத்தான் வேண்டியிருக்கிறதே தவிர தவிர்க்க முடிவதில்லை.

இந்தக் கருத்துகளை விலங்குகள் வளர்ச்சியை விளக்குவதற்கு உபயோகப்படுத்திஞல் உயிரின் விநோதச் செயல்களை எல்லாம் இயற்பியல், வேதியியல் செயல்முறைகளின் அடிப்படையில் விளக்க முடியும். ஆக்கப்பொருள் துகள்களின் புலம் பெயர்தல்,

ஊடுருவுதல், சவ்வூடு பரவுதல், வேதியியல் எதிர்விளைவுகள், கொல்லாய்டு வேதியியல் செய்முறைகள், இயற்பியல், வேதியியல் விதிகள் போன்றவைகள் உயிரின் விஞேதச் செயல்களை அடக்கியாளுகின்றன. ஆனால் வளர்ச்சி விஞேதத்தின் ஒழுங்கு முறைப்பட்ட பண்பில் நம் கவனத்தைச் செலுத்தினுல் இவைகள் எந்த வழிகளிலெல்லாம் முரண்பாடற்ற முறையில் ஒன்றுக்கொன்று இணைந்திருக்கின்றன? எந்த ஒழுங்கு முறைகளில் அவைகள் அமைந்திருக்கின்றன? இவற்றின் பண்புகள் போன்றவைகள்தான் வளர்ச்சிக்கு மிக மிக முக்கியமான தேவைகளாக இருக்கின்றன. இவ்வாறு அமைந்திருக்கின்ற தன்மையினுல்தான் அது பிறட்சிகளைக் கொண்ட கூட்டமாக அமையாமல் ஒழுங்காக முறைமைப் படுத்தப்பட்ட ஓர் உயிரியாக (organism) தோன்றுகிறது. இதை நாம் எவ்வளவு சீக்கிரம் புரிந்து கொள்கிருேமோ அவ்வளவுக்கவ்வளவு இயற்பியலும், வேதியியலும் நமக்குப் பயனற்றதாகிவிடுகின்றன. நாம் வளர்ச்சியின் முறைமையான வழிமுறைகளை அதனுடைய தொடக்க நிலையான முட்டையில் முன்னமேயே உருவாக்கப்பட்டிருக்கும் முறைமைக்கு முக்கியத்துவம் கொடுக்கிருேம். இப்படிப்பட்ட முட்டையில்தான் வருங்கால வளர்கரு அமைக்கப்பட்டிருக்கிறது. ஆனுல், இந்த வளர்கரு உண்மையாகவே இயற்பியலுக்குட்பட்டு அமைக்கப்படவில்லை; ஆனுல், இடக்கிடப்பியல் சார்பற்று உள்ளார்ந்த விசாலமாகப் பலவாகும் தன்மையுடன் அமைந்திருக்கிறது என்று கருதவேண்டும். இப்பொழுது முட்டையில் இந்த முறைமை எப்பொழுது தோன்றிற்று? என்று வினவினுல் நாம் கடந்த காலத்தில் வெகுதூரம்வரை சென்று முட்டை எந்தெந்த வளர்ச்சிச் செயல்முறைகளினுல் தோற்றுவிக்கப்பட்டது என்பதையும் ஆராய்ந்து அறியவேண்டும். ஆனுல் இங்கேயும் மீண்டும் முறைமை ஒருமுறை கொடுக்கப்பட்டுவிட்டால் அதுவே வாழ்க்கை முழுவதும் நடைபெறுகிறது என்பதையே சந்திக்கிருேம். திரும்பவும் மாற்றமுடியாததொன்ருக இருக்கிறது. இந்தப் பண்புதான் எல்லா உயிரிகளின் தனிப்பண்பாகக் காணப்படுகிறது. உயிரின் விஞேதச் செயல்களின் முறைமைகள் (order) இதற்கு முன்னுல் தோன்றியவைகளின் பலனுகவே இருக்கிறது. இங்கே நாம் வாழ்க்கையின் மிகப்பெரிய புதிரைச் சந்திக்கிருேம் (emigma). இந்த வாழ்க்கைப்புதிர் தற்செயலாக அணுகும் முறைகளினுல் விளக்கிவிட முடியாது. நாம் இந்த முறைமையே ஒப்புக்கொள்ளவேண்டும். இது வாழ்க்கைக்குத் தேவையான பண்பு என்றும் அடிப்படையான விஞேதச்செயல் (phenomenon) என்றும் ஒப்புக்கொள்ளவேண்டும். இவை தற்செயலான விளக்கங்களினுல் விளக்கமுடியாதவையாயிருக்கின்றன.

அண்மைக்காலம் வரை உயிர் நூல் விஞ்ஞானிகள் உயிரின் முறைமையை எதிர்க்க முடியாதவர்களாக இருந்திருக்கிறார்கள். அவர்கள் உயிர்வாழ் விலங்கின் சாமர்த்தியமாகச் செயல்படு நிலையையும் சிறப்பான அமைப்புகளையும் பற்றிப் பேசமுடிந்ததே தவிர இதற்குமேல் அவர்களால் செல்ல முடியவில்லை. இந்த முறைகளிலேயே மேன்மேலும் கவனம் செலுத்தினார்கள். வாழ்க்கை முறைக்குத் தேவையான தகுதி (fitness), முழுமை (wholeness) போன்ற பண்புகள் அவைகளின் நுட்ப அமைப்பில் சரியானதாக இல்லை. இந்தப் பண்புகளை அளவு சார்ந்த (quantitative) முறையில் பகுத்தாராய்வது சிரமமானதாகவே இருக்கிறது. விஞ்ஞானிகள் தற்செயலான பகுப்பாராய்ச்சி (casual analysis) வழியில் வாழ்க்கைச் செய்முறைகளை ஆராயும் முயற்சியில் முறைமை என்ற பண்பைக் காணத் தவறிவிடுகிறார்கள். அதாவது பகுப்பாராய்ச்சியில் உயிர்வாழ் உயிரியின் ‘ முழுமை ’ சிறுசிறு பகுதிகளாகத் துண்டாடப்படுகின்றது. தகுதி தன்னை இயற்பியல், வேதியியல் செயல்களில் கரைத்துக் கொள்கிறது. உள்ளார்ந்த பகுதிப் பொருள்களுக்குள் செயல் வினைவுகள் தோன்றும்பொழுது தகுதி சீர்குலைக்கப்படுகிறது. ஆகவே, இந்த அடிப்படைப் பிரச்சினைக்கு எந்த அளவுக்குக் கவனம் செலுத்தப்படவேண்டுமோ அந்த அளவுக்குக் கவனம் செலுத்தப்படவில்லை.

எவ்வாறிருப்பினும் அண்மைக் காலத்தில் இந்தப் பந்த பாசத்தை ஆராய்வதற்குச் சில புதிய சாதனங்கள் உயிர் நூல் விஞ்ஞானிகளுக்குக் கிடைக்கின்றன. இந்தச் சாதனங்கள் சைபர்நெட்டிக்ஸ் (cybernetics), செய்திக் கோட்பாடு (information theory) என்ற இரண்டு கருத்துகளிலிருந்து கிடைத்திருக்கின்றன. உயிர்வாழ் உயிரியில் பொதுவாகக் காணப்படுகின்ற எல்லாச் சரிப்படுத்தும் (regulatory) செய்முறைகளும் சைபர் நெட்டிக்ஸில் உபயோகப்படுத்தப்பட்டிருக்கும் மீட்டூட்டம் (feed back) கோட்பாட்டின் அடிப்படையில் மிக எளிதாக விளக்கி விடலாம். மேலும் இந்த மீட்டூட்டக் கோட்பாடு மிகவும் சுலபமானதாகவும் எளிமையானதாகவும் இருக்கிறது. இந்தச் சரிப்படுத்தும் செய்முறை வளர்கரு வளர்ச்சியில் மிகமுக்கியமானதொரு பங்கை வகிக்கிறது. இதற்கு அடுத்தாற்போல் செய்திக் கோட்பாடு (information theory) மண்டலத்தின் முறைமை கணித இயல் முறையில் ஆராய்வதற்குப் பயன்படுத்தப்படுகிறது. இந்தக் கோட்பாட்டைப் பயன்படுத்தி மண்டலத்தின் தராதரத்தை அளமுடிகிறது. இதிலிருந்து மிகவும் சரியானவழியில் வாழ்க்கைச் செய்முறைகளை ஆராயமுடிகிறது.

இந்தக் கோட்பாட்டை நாம் இங்கே விவாதித்துக் கொண்டிருக்கிற பிரச்சினைக்குப் பயன்படுத்தினால் பின்வரும் விளக்கம் வெளிப்படுகிறது. பால்வழி இனப்பெருக்கத்தின் வழியாகப் பல தலைமுறை உயிரிகள் தங்களுக்குள் தொடர்பை ஏற்படுத்திக் கொள்கின்றன. பெற்றோர்களின் முறைமையான அமைப்பு அவர்களின் வழித்தோன்றல்களில் (off-spirings) மீண்டும் வெளிப்படுத்தப்படுகின்றன. இந்த நிகழ்ச்சியைச் செய்திக் கோட்பாட்டிற்கு ஒரு சிறந்த எடுத்துக் காட்டாக எடுத்துக்கொள்ளலாம் ஏனென்றால் வழித்தோன்றல்களின் முறையான வளர்ச்சிக்குத் தேவைப்படுகின்ற செய்திகள் பால்வழி இனப்பெருக்கத்தின் மூலமாகக் கடத்தப்படுவதாலேயே முறைமை தோன்ற முடியும். செய்திகள் பெற்றோரிடமிருந்து இனச்செல்கள் வழியாக வழித்தோன்றல்களுக்குக் கடத்தப்படுகின்றன. கருவுற்ற முட்டை இந்தச் செய்திகளின் ஐக்கியத்தை உண்டாக்குகிறது. முதிர்ந்த விலங்கின் அமைப்பில் அமைந்திருக்கும் இந்தச் செய்திகள் மரபுவழிச் செய்திகளாக இருந்தால் அவைகள் கருவுற்ற முட்டையில் சில குழூவுக்குறிகளாகவே (code) இருக்கவேண்டும். கருவுற்ற முட்டையிலிருந்து உயிரிதோன்றுகிறது. முட்டைச்செல்கள் உருவாகும்பொழுது அவைகளின் அமைப்பில் இந்தக் குழூவுக்குறி பதிக்கப்படுகிறது (encoded). வளர்ச்சிக்காலங்களில் இந்தப் பதிக்கப்பட்ட குழூவுக்குறிகளின் மறை விடுவிக்கப்படுகிறது (de-coded). இதன்பொருள் குழூவுக்குறிகள் முதிர்ந்த விலங்கின் முறைமான அமைப்பாக மொழிபெயர்க்கப்படுகிறது என்று கொள்ளவேண்டும்.

வளர்ச்சிக்குத் தேவைப்படுகின்ற செய்திகளின் ஒரு பகுதி முட்டைச்செல்லில் சேமித்து வைக்கப்பட்டிருக்கிறது என்று மேலே கூறினோம். இந்தச் செய்திகள் டி.என்.ஏ. மூலக்கூற்றின் அமைப்பில் (D.N.A. molecule) அடங்கியிருக்கிறது என்று நினைப்பது உண்மையென்றே தோன்றுகிறது. டி.என்.ஏ. குரோமோசோம்களில் இருக்கின்றது. செய்திகளின் மற்றையப் பகுதி சைட்டோபிளாசத்திலும், புறணியிலும் (cortex) இருக்கலாம் என்பதும் உண்மையென்றே தோன்றுகிறது. ஆகவே, வளர்ச்சியின் குழூவுக்குறி ஒன்றுக்கொன்று தொடர்புடைய மூன்று உட்பகுதிகளாகப் பிரிக்கப்பட்டு முட்டையின் மூன்று முக்கியமான உள்ளார்ந்த பகுதிப்பொருள்களுக்குக் கொடுக்கப்படுகின்றன (உட்கரு, சைட்டோபிளாசம், புறணி) (Raven, 1961).

வளர்ச்சியில் முறைமை (orderliness) என்ற பிரச்சினையை செய்திக்கோட்பாட்டின் அடிப்படையில் மிகவும் சரியாக, திருப்தியாக விளக்குவது சாத்தியமானதாகவே இருக்கிறது. எவ்வாறிருப்பினும் இந்தத் துறையில் மிகுதியான ஆராய்ச்சியை, எதிர் நோக்கிக் கொண்டிருப்போமாக!

மேற்கோள் நூற்பட்டியல்

(Reference Books)

1. பி. எம். அண்ணாமலை, ஆர். முருகேசன், 1964 'விலங்கியல்' (Zoology), தமிழ் வெளியீட்டுக் கழகம், தமிழ்நாட்டு அரசாங்கம்.

2. கலைச்சொற்கள்—1971 'விலங்கியல்', தமிழ்நாட்டுப் பாட நூல் நிறுவனம், சென்னை.

3. ABELOOS, M., 1956—'Les Metamorphoses' Armand Collin, Paris.

4. ABELSON. J., 1963—'Transfer of Genetic Information' Science, N. Y., 139, 774–776.

5. ABERCROMBIE, M., and HEAYSMAN, J. E., 1953—'Observations on the Social Behaviour of Cells in Tissue Culture-I' 'Speed of movement of chick heart fibroblasts in realation to their mutual contacts.' Exp. Cell Res. 5, 111–131.

6. ABRAMS, R. 1951—'Synthesis of nucleic acid purines in the sea urchin embryo'—Exp. Cell Res. 2, 235–242.

7. ADELMANN, H. B., 1932—'The development of the prechordal plate and mesoderm of Amblystoma punctatum.' J. Morph. 54, 1–67.

8. ADELMANN, H. B., 1936—'The problem of cyclopia.' I. II. Q. Rev. Biol. 11, 161–182, 284–304.

9. ADELMANN, H. B., 1937—'Experimental Studies on the development of the eye-IV.' 'The effect of the partial and complete excision of the precordal substract on the development of the eyes of Amblystoma punctatum.' J. Exp. Zool. 75, 199–237.

10. AFZELIUS, B. A., 1956—'The ultrastructure of the cortical granule's and their products in the sea urchin egg as studied with the electrone microscope.,—Exp. Cell Res. 10, 257–285.

11. AFZELIUS, B. A., 1959—Electron microscopy of the sperm tail. Results obtained with a new fixative., J. biophys. biochem. Cytol. 5, 269–278.

12. ALBAUM, H. G., and NESTLER, H. A., 1937—'Xenoplastic ear induction between Rana Ripiens and Amblystoma punctatum.' J. Exp. Zool. 75, 1–9.

13. ALDERMAN, A. L., 1935—'The determination of the eye in the anuran Hyla Yegilla.' J. Exp. Zool., 70, 205–232.

14. ALDERMAN, A. L., 1938—'A factor influencing the bilaterality of the eye rudiment in Hyla regilla'. Anat. Rec, 72, 297–302.

15. ALLEN, B. M., 1918—'The results of thyroid removal in larvae of Rana pipiens.' J. Exp. Zool. 24. 499–519.

16. ALLEN, B. E., 1929—'The influence of the thyroid and hypophysis upon growth and development of amphibian larvae., Q. Rev. Biol. 4, 325–352.

17. ALLEN, B. M , 1938—'The endocrine control of amphibian metamorphosis.' Biol. Rev. 13. 1–19.

18. ALLFREY, V. G., and MIRSKY, A. E., 1961—'How cells make molecules' Scien.' Am. 205 (3), 74–82.

19. ANDERSON, E., 1968—'Oocyte differentiation in the sea urchin, Arbacia punctu.ata, with particular reference to the origin of cortical granules and their participation in the cortical reaction.' J. Cell, Biol. 37, 514–539.

20. ANDRE, J., and ROULLER, 1957—'The ultra structure of the vitelline body in the oocyte of the spider Tegenaria parietina' J. biophys. biochem. Cytol. 3, 977–984.

21. ANDRES, G., 1953—'Experiments on the fate of dissociated embryonic cells (chick) disseminated by the vascular route' Part-II. Treatomas. J. exp. Zool. 122, 507–540.

22. ANDREW, A., 1963—'A study of the developmental relationship between endochromaffin cells and the neural crest.' J. Embryol. exp. Morph., **11**, 307–324.

23. ARONSON, A. I., and WITT, F. H., 1969—'Properties of nuclear RNA in sea urchin embryos.' Proc. natn. Acad. Sci. U. S. A. 62, 186–193.

24. AUSTIN, C. R., 1965—'Fertilization, Prentice Hall, Inc, Englewood Cliffs, N. J.

25. AUSTIN, C. R., 1968—'Ultra structure of fertilization.' Holt. Rinehart and Winston International, New York.

26. BALFOUR,, F. M., 1880—'A treatise on comparative embryology.' Macmillian Co., London.

27. BALINSKY, B. I., 1939—'Experiments on total extirpation of the whole entoderm in Triton embryos.' C. R. Acad. Sci. URSS 23, 196–198.

28. BALINSKY, B. I., 1951—'On the eye·cup-lens correlation in some South American amphibians.' Experientia **7**, 180.

29. BALINSKY, B. I. 1961a.—'The role of cortical granules in the formation of the fertilization membrane and the surface membrane of fertilized sea urchin eggs. Symp. On Germ cells and development, Inst, Internat. d' Embryologic and Fondazione' A. Baselli, Povia, 550–563.

30. BALINSKY, B. I., and DEVIS, R. J.,—'Origin and differentiation of Cyloplasmic structures in the oocytes of xenopus laevis.' Acta Embryol. Morph. Exp. 6, 55–108.

31. BARTH, L. G., 1940—'The process of regeneration in hydroids' Biol. Rev. 15, 405–420.

32. BATAILLON, E., 1910 'L' embryogenese complete provoquee chez les Amphibiens par picture de l' oeuf vierge, larves parthenogenetiques de Rana Eusca.' C. R. Acad. Sci. Paris, 150–996.

33. BEER, G. R. DE., 1947—'The differentiation of neural crest cells into visceral cartilages and odontoblasts in Amblyotoma, and a re-examination of the germ layer theory.' Proc. R. Soc. B, 134, 377–398.

34. BEERMANN, W., and CLEVER, U., 1964—'Chromosome puffs.' Sci. Amer. 210 (4), 50-58.

35. BELLAIRS, R., 1961—'The structure of the yolk of the hen's egg as studied by electron microscopy - I. The yolk of the unincubated egg.' J. biophys. biochem. Cytol, 11. 207-225.

36. BERRILL, N. J., 1935—'Studies on tunicate development-III Differntial retardation and acceleration.' Phil. Trans. R. Soc. B. 225, 255-379.

37. BERRILL, N. J., 1941—'Size and morphogenesis in the bud of Botryllus. Biol. Bull. mar. biol. Lab., Woods Hole 80, 185-193.

38. BERRILL, N. J., 1947—'The structure, development and budding of the Ascidian Eudistoma.' J. Morph. 81, 269-281.

39. BERRILL, N. J., 1952—'Regeneration and budding in worme.' Biol. Rev. 27, 401-438.

40. BLACKLER, A. W., 1962—'Transfer of primordial germ cells between two subspecies of Xenopus laevis.' J. Embryol. Exp. Morph., 10, 641-65.1

41. BORGHESE, E., 1950—'The devlopment in vitro of the submandibular and sublingual glands of Mus, musculus.' J. Anat. 84, 287-302.

42. BRACHET, J., 1950b—'Chemical embryology.' Inter Science Publishers, New York.

43. BRIGGS, R., and CASSENS, J., 1966—'Accumulation in the oocyte nucleus of a gene product essential for embryonic development beyond gastrulation.' Proc. natn. Acad. Sci. U. S. A. 55, 1103-1109.

44. BRIGGS, R., and KING, T. J., 1952—'Transplantation of living nuclei from blastula cells into enucleated frog's eggs' Proc. natn. Acad. Sci. U. S. A. 38, 455-463.

45. BRIGGS, R., and CASSENS, J.,—'Factors affecting the transplantability of nuclei of frog embryonic cells.' J. Exp. Zool. 122, 485-506.

46. BRIGGS, R., and CASSENS J., 1957—'Changes in the nuclei of differentiating endoderm cells as revealed by nuclear transplantation' J. Morph, 10, 269–312.

47. BURNET, M., 1962—'The thymus gland,' Scient. Am. 207 50–57.

48. BURNETT, A. L., 1962—'The maintainence of form in Hydra. Regeneration. 2 th Symp. of the Soc. for the study of develop and growth.' D. Rudnick (Ed) Ronald Press Co., New York. 2/–52.

49. BUTLER, E. G., 1933–'The effects of X-radiation on the regeneration of the fore limb of Amblystoma larvae.' J. Exp. Zool. 59, 271–315.

50. BUTLER, E. G., 1935—'Studies on limb regeneration in X-rayed Amblystoma larvae.' Anat. Rec. 62, 295–307.

51. CHALKLEY, D. T., 1954—'A quantative histogical analysis of forelimb regeneration in Trituras viridescens.' J. Morph 48, 8 .

52. CHILD, C. M., 1936–'Differential reduction of vital dyei in the early development of echinoderms.' Roux. Arch. 135, 426–456.

53. CHILD, C. M., 1941—'Patterns and problems of development' University of Chicago Press, Chicago.

54. CHILD, C. M., 1948—'Exogastrulation by Sodium Ozide and other inhibiting conditions in strongylo centrotus purpuratus.' J. Exp. Zool. 107, 1–38.

55. CLEVER, U., 1965—'The effect of ecdysore on gene activity patterns in giant chromosomes.' In KARLSON P. (Ed). Mechanisms of hormone action. Academic Press, New York, 142–148.

56. COLWIN, A. L. and COLWIN. L. H., 1957—'Morphology of fertilization : Acrosome filament formation and sperm entry. In TYLEK, A., BORSTEL R. C., VON and METZ, C. B., 'The beginnings of embryonic development.' American Association for the Advancement of Science, Washington.

57. CONKLIN, E. G., 1931—'The development of centrifuged eggs of ascidians.' J. Exp. Zool. 60, 1–119.

58. COPENHAVER, W. M., 1933—'Transplantation of hea t and limb rudiments between Amblystoma and Triton embryos.' J. Exp. Zool. 65, 131-157.

59. CRICK, F. H. C., 1962—'The genetic code.' Scient Am. 207 (4), 66-74.

60. CURTIS, A. S. G., 1962—'Cell content and adhesion.' Biol. Rev. 37, 82-129.

61. CURTIS, A. S. G., 1963—'The cell cortex' Endeavour, 22 (No. 87), 134-37.

62. DAVIDSON, J. N., 1947—'Some factors influencing the nucleic acid content of cells and tissues.' Cold Spring Harb. Symp quant. Biol. 12, 50-59.

63. DETWILER, S. R., 1920—'Experiments on the transplantation of limbs in Amblystoma. The formation of nerve plexuses and the function of the limbs.' J. Exp. Zool. 31, 117-169.

64. DETWILER, S. R., 1930—'Observations upon the growth, function and nerve supply of limbs when grafted to the head of salamander embryos.' J. Exp. Zool. 55, 319-379.

65. DREW, A. H., 1923—'Growth and differentiation in tissue cultures' Br. J. Exp. Path. 4, 46-52.

66. DU SHANE, G. P., 1935—'An experimental study of the origin of pigment cells in amphibia.' J. Exp. Zool. 72, 1-31.

67. ENDO, Y., 1952—'The role of the cortical granules in the formation of the fertilization membrane in the eggs from Japanese sea urchins.' Expl. Cell. Res. 3, 406-418.

68. FALES, D. E., 1935—'Experiments on the development of the pronephros of Amblystoma puntctatum.' J. Exp. Zool. 72, 147-173.

69. FAWCETT, D. W., and PORTER, K. R., 1954—'A study of the fine structure of ciliated epithelia.' J. Morph. 94, 221-281.

70. FILATOFF, D., 1916—'The removal and transplantation of the auditory vessicle of the embryo of Bufo (the correlations at the formation of the cartilagenous skeleton).' Russk. Zool. Zh. 1, 48-54.

71. FRENSTER, J. H., 1965—'A model of specific de-repression within interphase Chromatin' Nature, Lond. **206**, 1269–1270.

72. FRIEDEN, E., 1963—'The chemistry of amphibian metamorphosis.' Scient. Am. 209 (5), 110–118.

73. GABRIEL, M, L., and FOGEL, S., 1955—'Great experiments in biology.' Prentice Hall, Englewood Cliffs, N. J.

74. GAILLARD, P. J., and GALL, 1942—'Hormones regulating growth and differentiation in embryonic explants.' Hermann and Co., Paris.

75. GALL, T. G., 1963—'Chromosomes and cytodifferentiation. In LOCKE, M. (Ed.), cytodifferentiation and macromolecular synthesis.' Academic Press, New York, 119–143.

76. GALTSOFF, P. S., 1925—'Regeneration after dissociation (an expelimental study on sponges). I. Behaviour of dissociated cells of microciona prolifera under normal and altered conditions.' J. Exp. Zool. 42, 183–255.

77. GILCHRIST, F. G., 1937—'Budding and locomotion in the Scyphostomas of Aurelia.' Biol. Bull. mar. biol. Lab., Woods Hole 72, 99–124.

78. GINSBURG, A., 1953—'The orgin of bilateral symmetry in the eggs of acipenserid fishes.' C. R. ACAD. Sci. URSS, 90, 477–480.

79. GINSBURG, A., and DETTLAFF, T., 1944—'Experiments on transplantation and removal of organ rudiments in embryos of Acipenser stellatus in early developmental stages.' C. R. Acad. Sci. URSS. 44, 209–212.

80. GORBUNOVA, G. P., 1939—'On the inducing properties of the medulla oblongata in amphibian embryos.' C. R. Acad. Sci. URSS. 23, 298–301.

81. GRANT, P., 1958a—'The synthesis of deoxyribonucleic acid during early embryonic development of Rana pipiens.' J. Cell. Comp. Physiol. 52, 227–247.

82. GROBSTEIN, C., 1953a—'Analysis in vitro of the early organization of the rudiment of the mouse sub-mandibular gland.' J. Morph. 93, 19–44.

83. GROBSTEIN, C., 1953b—'Epithelio-mesenchymal specificity in the morphogenesis of mouse sub-mandibular rudiments in vitro.' J. Exp. Zool. 124, 383-413.

84. GROBSTEIN, C., 1953c—'Morphogenetic interaction between embryonic mouse tissues seperated by membrane filter.' Nature, Lond. 172–869.

85. GROBSTEIN, C., 1955—'Inductive interaction in the development of the mouse metanephrous.' J. Exp. Zool. 130, 319–339.

86. GROBSTEIN, C., 1957—'Some transmission characteristics of the tuble-inducing influence on mouse metanephrogenic mesenchyme.' Expl. Cell. Res. 13, 575-587.

87. GROBSTEIN, C., and DALTON, A. J., 1957—'Kidney tubule induction in mouse metanephros.' J. Exp. Zool. 130, 319-339.

88. GUDERNATSCH, F., 1912—'Feeding experiments on tadpoles.' Roux. Arch. 35, 457–483.

89. GURDON, J. B., 1968b—'Transplanted nuclei and cell differentiation, Scient. Am. 219, 24–35.

90. GURDON, J. B., and GRAHAM, C. P., 1967—'Nuclear changes during cell differentiation.' Sci. Prog. Oxf. 55, 259–277.

91. GUSTAFSON, T., 1950—'Survey of the morphological action of the lithium ion and the chemical basis of its action.' Revue. suisse Zool. 57, Suppl. 1, 77–92.

92. HADEK, R., 1963a—'Submicroscopic study on the cortical granules in the rabbit ovum.' J. Ultrastruct. Res. 8, 170–175.

93. HADEX, R., 1963b—'Submicroscopic study on the sperm induced cortical reaction in the rabbit ovum.' J. Ultrastruct. Res. 9, 99–109.

94. HALL, T. S., 1951—'A source book in animal biology. Mc. Graw. Hill, New York.

95. HAMBURGER, V., 1947—'A manual of experimental embryology' (2nd imp). University Press, Chicago.

96. HARDY, M. H., 1952—'The histochemistry of hair follicles in the mouse', J. Anat. 90, 285–337.

97. HARDY, M. H., 1953—'Vaginal cornification of the mouse produced by oestrogens in vitro.' Nature, Lond. 172–1196.

98. HARRISON, R. G., 1903 –'Experimentelle Untersuchungen über die Entwicklu g der Sinnesorgane der Seitenlinic beiden Amphibien.' Arch. mikr. Anat. 63, 35–149.

99 HARRISON, R. G., 1918—'Experiments on the development of the forelimb of amblystoma, a self differentiating equipotential system.' J. Exp. Zool. 25, 413–461.

100. HARRISON, R. G., 1921a—'Experiments on the development of gills in the amphibian embryos.' Biol. Bull mar. biol. Lab., Woods Hole 41, 156–168.

101. HARRISON, R. G., 1921b—'On relations of symmetry in transplanted limbs.' J. Exp. Zool. 32, 1–136.

102. HARRISON, R. G., 19 5b—'The effect of reversing the medio-lateral or transverse axis of the forelimb bud in the salamander embryo (Amblystoma punctatum).' Roux. Arch. 106, 469–502.

103. HARRISON, R. G., 1929—'Correlation in the development and growth of the eye studied by means of hetroplastic transplantation.' Roux. Arch. 120, 1–55.

104. HARRISON, R. G., 1935—'Factors concerned in the development of the ear in Amblystoma punctatum,' Anat. Rec. 64, 38–39.

105. HARVEY, E. B., 1936—'Parthenogenetic merogony or cleavage without nuclei in Arbacia punctulata.' Biol. Bull. mar. biol. Lab., Woods Hole, 17, 101–121.

106. HARVEY, E. B., 1946—'Structure and development of the clear quarter of the Arbacia punctata egg.' J. exp. Zool. 102, 253–275.

107. Harvey, E. B., 1956—'The American Arabacia and other sea urchins.' Princeton University Press, Princeton.

108. Hay, E. D., 1962—'Cytological studies of dedifferentiation and differentiation in regenerating amphibian limbs.' In Rudnick, D. (Ed.) Regeneration. Symp. Dev. Growth Ronald Press Co., New York, 177–210.

109. Helff, O. M., 1928—'Studies on amphibian metamorphosis III,' Physiol. Zool. 1, 463–495.

110. Hiramoto, Y., 1957—'The thickness of the cortex and the refractive index of the protoplasm in sea urchin eggs.' Embryologia 3, 361–374.

111. Holtfreter, J. 1943a—'Properties and functions of the surface coat in amphibian embryos.' J. Exp. Zool. 93, 251–323.

112. Holtfreter, J., 1943c—'Experimental studies on the development of the pronephros.' Revue. can. Biol. 3, 220–250.

113. Holtfreter, J., 1946—'Experiments on the formed inclusions of the amphibian egg. I. The effect of pH and electrolytes on yolk and lipochondria.' J. Exp. Zool. 101, 355–405.

114. Holtfreter, J., 1947—'Neural induction in explants which have passed through a sublethal cytolysis.' J. Exp. Zool. 106, 197–222.

115. Horstadius, S., 1950—'The neural crest.' Oxford University Press, London.

116. Horstadius, S., 1952—'Induction and inhibition of reduction gradients by the micromers in the sea-urchin egg.' J. Exp. Zool. 120, 421–436.

117. Horstadius, S., 1953a—'Influence of the implanted micromeres on reduction gradients and mitochondrial distribution in developing sea-urchin eggs.' J. Embryol. Exp. Morph. 1, 257–259.

118. Horstadius, S., 1953b—'Vegetalization of the sea-urchin eggs. By dinitrophenol and animaliation by trypsin and ficin.' J. Embryol. Exp. Morph. 1, 327–348.

119. HORSTADIUS, S., 1955—'Reduction gradients in animalized and vegetalized sea-urchin eggs.' J. exp. Zool. 129, 249–256.

120. HUXLEY, J. S., 1932—'Problems of relative growth.' Methuen and Co., London.

121. HUXLEY, J. S., and DE BEER, G. R., 1934—'The elements of experimental embryology,' University Press, Cambridge.

122. JACOB, F., and MONOD, J., 1961—'On the regulation of gene activity.' Cold Spring Harb. Symp. quant. Biol. 26, 193–211.

123. JACOBSON, A. G., 1955—'The roles of the optic vesicle and other head tissues in lens induction.' Proc. natn. Acad. Sci., U.S.A. 41, 522–525.

124. JACOBSON, A. G., 1960—'Influuences of ectoderm and endoderm on heart differentiation in the newt.' Devl. Biol. 2, 138–154.

125. JOHANNSEN, O. A., and BUTT, F. H., 1941—'Embryology of insects and myriapods.' Mc Graw-Hill, New York.

126. KING, T. J., and BRIGGS, R., 1954—'Transplantation of living nuclei of late gastrulae into enucleated eggs of Rana pipiens.' J. Embryol. Exp. Morph. 2, 73–80.

127. KING, T. J., and BRIGGS, R., 1956—'Serial transplantation of embryonic nuclei.' Cold Spring Harb. Symp. quant Biol. 21, 271 — 290.

128. KINNANDER, H., and GUSTAFSON, T., 1960—'Further studies on the cellular basis of gastrulation in the sea-urchin larval. Expl. Cell. Res. 19, 278–290.

129. LEVITT, M. M., 1932—'On the post-embryonic growth of larvae of some Lepidoptera.' Trav. Inst. Biol. Kiev. 5, 451–468.

130. LEWIS, W. H., 1904—'Experimental studies on the development of eye in amphibia I. on the origin of the lens in Rana palustris. Am. J. Anat. 3, 505–536.

131. LEWIS, W. H., 1907—'On the origin of and differentiation of the otic vesicle in amphibian embryos.' Anat. Rec. 1, 141–145.

132. LIEDKE, K. B. I., 1951—'Lens competence in Amblystoma punctatum.' J. Exp. Zool. 117, 573–591.

133. LIEDKE, K. B., 19 5—'Studies on lens induction in Amblystoma punctatum.' J. Exp. Zool. 13 , 353–379.

134. LI LIE, F. R., 191 —'Studies on fertilization in Nereis. I. The cortical changes in the egg. II. Partial fertilization, J. Morph. 22, 361 394.

135. LI LIE, F. R., 1919a—'Problems of fertilization.' University of Chicago Press, Chicago.

136. LOEB, J, 1913—'Artificial parthenogenesis and fertilization.' University of Chicago Press, Chicago.

137. LOPASHOV, G. V., 1956—'Mechanisms of formation and origin of the choroid coat in the amphibian eye.' C. R. Acad. Sci., URSS 109, 653–656.

138. LYNCH, W. F., 19 —'Extrinsic factors i fluencing metamorphosis in Bryozoan and ascidian larvae.' Am. Zool. I, 59–66.

139. MARKERT, C. L., 1961—'Isozymes in kidney development In METCOFF, J. (Ed.): Hereditary developmental and immunological aspects of kidney diseases. North western Univ. Press, Eva ston.

140. MARKERT, C. L., 1963—'Lactate dehydrogenase isozymes: dissociation and recombination of subu its.' Science, N. Y. 140, 1329–133 .

141. MC KEEHAN, M. S., 1958—'Induction of portions of the chick lens without contact with the optic cup. Anat. Rec. 13 , 297–306.

142. MERCER, E. H. a d WOLPERT, L., 1962—'An eletrone microscope study of the cortex of the sea-urchin (Psammechinus miliaris) egg. Expl. Cell. Res. 27, 1–13.

143. METZ, C B., 1957—'Specific egg and sperm substances and activation of the egg.' In TYLER, A., BORSTEI , R. C., VON, and METZ, C. B.: 'The beginnings of embryonic development.' Amer. Ass. Adv. Sci. Washington.

144. METZ, and MONR Y, A., 1967—Fertilization Vol. I' Academic Press, New York and London.

145. MITCHSON, J. M., 1956—'The thickness of the cortex of the sea-urchin egg and the problem of the vitelline membrane.' Q. Jl. microsc. Sci. 97, 109–121.

146. MONROY, A. and TYLER, A., 1967—'The activation of the egg.' In: METZ, C. B., and MONROY, A. (Eds.),: 'Fertilization'. Academic Press, New York.

147. MOORE, A. R., 1933— Is cleavage rate a function of the cytoplasm or of the nucleus ?' J. Exp. Biol 10, 203–236.

148. MOORE, J. A., 1946—'Studies in the development of frog hybrids. I. Embryonic development in the cross Rana pipiens ♀ X Rana sylvatica ♂'. J. Exp. Zool. 101, 173–213.'

149. MOORE, J. A., 1962—'Nuclear transplantation and problems of specificity in developing embryos.' J. Cell. Comp. Physiol. 60 (Supplement I), 19–34.

150. MORGAN, T. H., 1927—'Experimental embryology.' Columbia University Press, New York.

151. MOSCONA, A., 1952—'Cell suspensions from organ rudiments of chick embryos.' Expl. Cell. Res., 3–535.

152. MOSCONA. A., 1956—'Development of heterotypic combinations of dissociated embryonic chick cells.' Proe. Soc. Exp. Biol. Med. 92, 410–416.

153. NEEDAM, A. E., 1952—'Regeneration and wound healing'. Methuen, London.

154. NEEDHAM, J., 1931—'Chemical embryology.' University Press, Cambridge.

155. NEEDHAM, J., 1959—'A history of embryology 2nd ed.' University Press, Cambridge.

156. NELSEN, O. E., 1953—'Comparative embryology of the vertebrates.' Blakiston, New York.

157. NICHOLAS, J. S., 1926—'Extirpation experiments upon the embryonic fore limb of the rat.' Proc. Soc. Exp. Biol. Med. 23, 436–439.

158. NICHOLAS, J. S., and RUDNICK, D., 1933—'The development of embryonic rat tissues upon the chick chorio-allantois.' J. Exp. Zool. 66, 193–261.

159. NILRENBERG, M. W., 1963—'The genetic code: II.' Sci. Amer. 208 (3), 80–94.

160. NIU, M. C., 1947—'The axial organization of the neural crest, studied with particular reference to the pigmentary component.' J. Exp. Zool. 105, 79–114.

161. NIU, M. C., 1956—'New approaches to the problem of embryonic induction. In RUDNICK, D. (Ed.): Cellular mechanisms in differentiation and growth.' University Press, Princeton' 155–171.

162. NIU, M. C., and TWITTY, V. C., 1953—'The differentiation of gastrula ectoderm in medium conditioned by axial mesoderm.' Proc. natn. Acad. Sci. U.S.A. 39, 985–989.

163. O'CONNOR, R. J., 1939—'Experiments on the development of the amphibian mesonephros.' J. Anat. 74, 34–44.

164. OKADA, T. S., 1955a—'Experimental studies on the difleren iation of the endodermal organs in amphibia III. The relation between the differentiation of pharynx and head-mesenchyme. Mem. Coll. Sci. Kyoto Univ. 22, 17–22.

165. OKADA, T. S., 1955b—'Experimental studies on the differentiation of the endoder mal organs in amphibia IV. The differentiation of the intestine from the foregut.' Annot. Zool. jap, 28, 210–214.

166. PATTEN, B. M., 1944—'The embryology of pig, 2nd ed.' Blakiston, Philadelphia.

167. PATTEN, B. M., 1957—'Early embryology of the chick, 4th ed.' Mc Graw Hill, New York.

168. PATTEN, B. Mq, 1958—'Foundation of embryology.' Mc Graw Hill, New York.

169. PIATT, J., 1951—'Transplantation experiments between pigmentless and Pigmented eggs of Ambystoma punctatum' J. Exp. Zool. 118, 101–135.

170. POLEZHAYEV, L. W., 1946—'The loss and restoration of regenerative capacity in the limbs of tailless amphibia.' Biol. Rev. 21, 141–147.

171. PRENTISS, C. W., and AREY, L. B., 1917—'A laboratory manual and text book of embryology 2nd ed.' Saunders. Philadelphia.

172. PRESCOTT, D. M., 1957—'Relations between cell growth and cell division in RUDNICK, D (Ed,): Rhythmic and Synthetic processes in growth.' University Press, Princeton 59–74.

173. RANZI, S., 1957—'Early determination of development under normal and experimental conditions. In TYLER, A. BORSTEL, R. C., VON and METZ, C. B.: The beginings of embryonic development.' Amer. Ass. Adv. Sci. Washington, 291–318.

174. RAWLES, M. E., 1947—'Origin of pigment cells from the neural crest in the mouse embryo.' Physiol. Zool. 20, 248–265.

175. RAWLES, M. E., 1948—'Origin of melanophores and their role in development of the color patterns in vertebrates.' Physiol. Rev. 28, 383–408.

176. REBHUN, L. I., 1962—'Electron microscope studies on the vitelline membrane of the surf clam spisula solidisma.' J. Ultrastruct. Res. 6, 107–122.

177. ROSE, S. M., 1942—'A method of inducing limb regeneratian in adult Anura Proc. Soc. Exp. Biol. Med. N. Y. 49, 408–410.

178. ROTHSCHILD, L., 1956—'Fertilization.' Methuen, London.

179. RUDNICK, D., and RAWLES, M. E., 1937—'Differentiation of the gut in chorio-allantoic graffs from chick blastoderms.' Physiol. Zool. 10, 381–395.

180. RUGH, R., 1948—'Experimental embryology,' Burgess. Minneapolis.

181. RUNNSTORM, J., 1952—'The cell surface in relation to fertilization.' Symp. Soc. Exp. Biol-6, 39–88.

182. RUNNSTROM, J., HAGSTROM, B. E., and PERLMAN, P, 1959 —'Fertilization.' In BRACHET, J., and MIRSKY, A. E., The cell vol. I. Academic Press, London and New York. 327–397.

183. SAUNDERS, J. W., 1948 — 'The proximal clistal sequence of origin of the parts of the chick wing and the role of the ectoderm.' J. Exp. Zool. 108, 3634-03.

184. SAXE N. L. and TO I. VONEN S. 1962—'Primary embryonic ionductin' Loges Press, London.

185. SCHEREMETJEWA, E. A., and BRUNST V. V, 1938—Preservation of the regeneration capacity in the middle part of the limb of newt and its simultaneous loss in the distal and proximal parts of the same limb. Bull. Biol. Med. exp. URSS 6, 723–724.

186. SCHMA HAUSEN, O I., 1939—The role of the olfactory sac in the development of the cartilaginous capsule of the olfactory organ in Urodeles, C. R. Acad, Sci. URSS 23, 395–397.

187. SCHMALHAUSEN, O. I, 1950—'A comparative experimental investigation of the early stages of development of the olfactory rudiments in amphibians.' C.R. Acad. Sci. URSS 74, 863–865.

188. SCHOTTE, O, E and BUTLER E. G, 1941—'Morphological effects of denervation and amputation of limbs in urodele larvae.' J exp Zool. 87, 279–322.

189. SCHOTTE, O E, and HARLAND, M., 1943—'Effects of denervation and amputation of hind limbs in Anoran tadpoles.' J. exp. Zool 93, 453–493.

190. SCHWIND, J, 1933—'Tissue specificity at the time of metamorphosis in frog larvae.' J. exp Zool 66, 1–14.

191. SEVERINGHAUS, A. E., 1930—'Gill development in Amblystoma punctatum.' J. exp Zool 56, 1–30

192. SHAVER, J. R, 1953—'Studies on the initiation of cleavage in the frog egg' J. exp. Zool. 122, 169–192.

193. SHUMWAY, W., 1940—'Stages in the normal development of Rana pipiens, 1' External forms. Anat. Rec. 78, 139–148.

194. SINGER, M, 1950—Induction of regeneration of the limb of the adult frog by augmentation of the nerve supply.' Anat. Rec 108, 518–519.

195. SINGER, C , 1931 – 'A short history of biology.' Clarendon Press, Oxford.

196. SMITH, P. E., and MAC DOWELL, E C , 930 – 'An hereditary anterior pituitary deficiency in the mouse.' Anat. Rec. 46, 249–257.

197. SPEMANN, H , 19'8 – 'Embryonic devel opment and Induction.' Yale Univ rsity Press, New Haven.

198. SPIEGEI MAN, S., 1948 – 'Differentiation as the controlled production of unique enzymatic patterns.' Symp. Soc. exp Biol, 2, 286–325

199. STEINBERG, M. S , 1963—'Reconstruct on of tissues by dissociated cells.' Science N. Y. 141, 401–408.

200. STEINBERG, M. S., 19'4—'The problem of adhesive selectivity in cellular interactions.' In L)CKE M(Ed) : Cellular membranes indevi, Acadamic Press, New York, 321–366.

201. STR ETER, G. L., 19)5—'On the development of the membranous labyrinth and the acoustic and facial nerves in the huma n embryos.' Amer. J. Anat 6, 139–165.

202. SW TT, F. H., 1926— On the production of double limbs in amphibians.' J. exp. Zool 44, 419–473.

203. SWETT, F. H , 1927 – 'Diff rentiation of the amphibian limb.' J. exp. Zool. 47. 385–432

204. SWETT, F. H., 1937—D termination of limb axes.' Q. Rev. Biol. 12, 322–339.

205. TAHARA, Y., and NAKAMURA, O., 1961—'Topography of the presumptive rudiments in the endoderm of the anuran neurula' J. Embryol. Exp. Morph. 9, 138–158

206. TAKAYA, H., 1955 – 'Thermal influence upon the inducing specificity of the organizer.' Proc. imp. Acad. Japan. 31, 366–371.

207. TAYLOR, J. H., 1960a—'Asynchronous duplication of chromosomes in cultured cells of chinese hamster.' J. biophys., biochem., cytol. 1, 455–464.

208. TELFER, W. H., 1954—'Immunological studies of insect metamorphosis. II. The role of a sex limited blood protein

in egg formation of the cecropia silkworm.' J. gen Physoil. 37. 539–558.

209. TEN CATE, G., 1953—'The intrinsic development of amphibian embryos dissertation.' North Holland Publishing Co., Amsterdam.

210. TENNENT, D. H., 1914—'The early influence of the spermatozoon upon the characters of Echinoid larvae.' Pap. Tortugas Lab. 182.

211. TOIVONEN, S., 1958—'The dependence of the cellular transformation of the competent ectoderm on temporal relationships in the induction process.' J. Embryol. Exp. Morph. 6, 479–485.

212. TOWNES, P. L., and HOLTFRETER, J., 1955—'Directed movements and selective adhesion of embryonic amphibian cells.' J. Exp. Zool. 128, 53–120.

213. TWITTY, V. C., 1949—'Developmental analysis of amphibian pigmentation.' Symp. Dev. Growth 9, 133–161.

214. TYLER, A., 1948—'Fertilization and immunity.' Physiol. Rev. 28, 180–219.

215. TYLER, A., BORSTEL, R. C. VON and MEIZCB (Editors) 1957—'The beginning of embryonic development.' Amer. Ass. Adv. Sc. Washington.

216. VAINIO, T., SAXEN. S., TOIVONEN, S., and RAPOLA, J., 1962 — 'The transmission problem in primary embryonic induction.' Expl. Cell. Res. 27, 527–538.

217. WADDINGTON, G. H, 1934 — 'Experiments on embryonic induction III. A note on inductions by chick primitive streak transplanted to the rabbit embryo.' J. Exp. Biol. 11, 224–226.

218. WADDINGTON, C. H., and MULHERKAR, L., 1957—'The diffusion of substances during embryonic Induction in the chick.' Proc. Zool. Soc. Calcutta. Mookerjee Memor. vol. 141–147.

219. WADDINGTON, C. H., NEEDHAM, J., and BRACHET. J., 1936—'Studies on the nature of the amphibian organization centre III. The activation of the evocator.' Proc. R. Soc. B. 120. 173–198.

220. WADDINGTON, C. H., NEEDHAM, J., NOWINSKY, W. W., NEEDHAM, D. M and LEMBERG, R., 1934—'Active principles of the amphibian organisation centre.' Nature, Lond. 134–103.

221. WATERMAN, A. J., 1936—'Developmental capacities of transplanted hepatic pancreatic and lung tissues of the rabbit embryo.' Am. J. Anat. 58, 2–57.

222. WATSON, J. D., 1963 — 'Involvement of RNA in the synthesis of protein.' Science, N.Y. 140, 17–26.

223. WATERSON, R. L., 1966 — 'Structure and mitotic behaviour of the early neural tube. In DE HAAN, R. L., and URSPRUNG, H. (Eds.). Organogenesis. Holt, Rinehart and winston, New York 129–159.

224. WEISS, P., 1939—'Principles of development.' Henry Holt, New York.

225. WEISS, P., 1947—'The problem of specificity in growth and development.' Yale J. Biol. Med. 19, 235–278.

226. WEISS, P., 1955—'Nervous system. In WILLIER, B. H., WEISS, P. A., and HAMBURGER, V. Analysis of development Saunders, Philadelphia, 346–401.

227. WHITE, E. L., 1948—'An experimental study of the relationship between the size of the eye and the size of the optic tectum in the brain of the developing teleost fundulus heteroclitvs J. exp. zool 108, 439–469.

228. WIEMAN, H. L., 1949—'An introduction to vertebrate embryology.' Mc Graw Hill, New York.

22.9 WIGGLESWORTH, V. B., 1939—'The principles of insect physiology. Methuen, London.

230. WIGGLESWORTH, V. B., 1954—'The physiology of insect metamorphosis.' University press, Cambridge.

231. WILKINS, L., 1960—'The thyroid gland.' Scient Am. 202 (3), 119–129.

232. WILLIER, B. H., 1952—'Cells, feathers and Colors.' Bios. 23, 109–125.

233. WILLIER, B. H., WEISS, P. A., and HAMBURGER, V., 1955 —'Analysis of development.' Saunders, Philadelphia.

234. WILSON, E. B., 1925—'The cell in development and heredity, 3d. ed. Macmillan, New York.

235. WILSON, H. V., 1907—'On some phenomena of coalescence and regeneration' in sponges, J. exp. Zool. 5, 245–258.

236. WITCHI, E., 1956—'Development of vertebrates.' Saunders, Philadelphia.

237. YAMADA, 1962—'The inductive phenomenon as a tool for understanding the basic mechanism of differentiation.' J. Cell Comp. Physiol, 60, Suppl. 1, 49–64.

238. YAMAMOTO, T., 1954—'Physiological studies on fertilization and activation of fish eggs. V.' The role of calcium in activation of oryzias latipes, Expl. 6, 56–68.

239 YNTEMA, C. L, 1950—'An analysis of induction of the ear from foreign ectoderm in the salamander embryo, J. exp. Zool 113, 211–244.

240. ZWILLING, E., 1940—'An experimental analysis of the development of the anuran olfactory organ.' J. exp. Zool. 128, 423–441.

241. ZWILLING, E., 1956—'Interaction between limb bud ectoderm and mesoderm in the chick embryo. IV. Experiments with a wingless mutant. J. exp. Zool. 131, 241–253.

242. WILLING, E., 1963—'Formation of endoderm from ectoderm in cordylophora' Biol. Bull. mar. biol. Labs. Woods. Hole, 124, 368–378.

கலைச்சொற்கள்

(ஆங்கிலம்—தமிழ்)

A

Accessary cleavage — துணைப் பிளவிப் பெருகல்
Accumulation — கவித்தல்
Acidity — அமிலத்தன்மை
Acidophil — அமிலப்பற்றுடைய
Acrosome — நுனித்திரள்
Activation — செயலூக்கம்
Adaptation — தக அமைதல்
Adrenal gland — அட்ரினல் சுரப்பி
Adult animal — முதிர் விலங்கு
Aerobic phase — காற்றுச் சுவாச நிலை
Albumen — அல்புமின்
Albumen sac — அல்புமின் பை
Alcohol — சாராயம்
Allantois — ரு கழிவுறுப்பு
Allantoic artery — கரு கழிவுறுப்புத் தமனி
Allantoic stalk — கரு கழிவுறுப்புக் காம்பு
Alleles — அல்லீல்கள்
Ameloblasts — பற்சிப்பி உயிரணுக்கள்
Amino acid — அமினோ அமிலம்
Amnion — கரு சூழ் நீர்ப்பை
Amniota — கருச்சவ்விகள்
Amniotic acid — கரு சூழ் நீர்ப் பை அமிலம்
Amniotic cavity — கரு சூழ் நீர்ப் பைப் பள்ளம்
Amniotic fold — கரு சூழ் நீர்ப் பை மடிப்பு
Amphiblastula — அமீபா பிளாஸ்டுலா

Amphibia	—	இரு வாழ்வி அல்லது நீர்நில வாழ்வன
Amphimixis	—	இருகலப்பு
Amphiplexus	—	தழுவுதல்
Ampullae	—	அரும்புகள்
Animalcule	—	சிற்றுயிரி
Animal hemisphere	—	உயிர்முனை அல்லது விலங்கு முனை
Animal pole	—	உயிர் துருவம் அல்லது கரு வளர் துருவம்
Analogy	—	செயலொற்றுமை
Anal plate	—	மலத்துளைத் தட்டு
Anal sphincter	—	மலவாய்ச் சுருக்குதசை
Anastomosis	—	வலைப்பின்னல்
Anamniotes	—	கருசூழ் நீர்ப்பை இல்லாதன
Anaphase	—	முன் கடைநிலை
Anode	—	நேர் மின்வாய்
Antibodies	—	ஆன்டிபாடிகள் (எதிர் பொருள்கள்)
Antifertilizin	—	எதிர் ஃபெர்டிலைசின்
Antigen	—	ஆன்டிஜென் (எதிர் தோன்றி)
Anus	—	மலப்புழை
Appendage	—	துணையுறுப்பு
Apical cap	—	மேல் முகடு
Apical or cepalic plexure	—	தலைப்புற வளைவு
Appendicular skeleton	—	இணையுறுப்புகளின் எலும்புக் கூடு
Appositional growth	—	அடுத்தடுத்து நடக்கும் வளர்ச்சி
Apterygota	—	இறக்கையற்ற
Aqueous humour	—	முன்கண் ரசம்
Archaeocyte	—	மூலச்செல்
Archenteron	—	மூலக்குடல்
Archenteron roof	—	மூலக்குடலின் கூரை
Area opaca	—	ஒளி ஊடுருவாப் பகுதி
Artifacts	—	செயற்கைப் பொருள்
Artificial parthenogenesis	—	செயற்கைக் கன்னியினப் பெருக்கம்
Assimilation	—	தன்மயமாதல்
Association	—	தொடர்புநிலைகள்
Aster	—	நட்சத்திர அமைப்பு

Astral phase — விண்மீன் கதிர்படிநிலை
Astral Rays — நட்சத்திரக் கதிர்கள்
Astrocyte — நட்சத்திர வடிவச் செல்கள்
Asymmetry — சமச்சீரற்ற
Atmosphere — காற்றுமண்டலம்
Atrium — ஏட்ரியம், முன்னறை
A.T.P. — ஏ. டி. பி.
Atoke — அடோக் பகுதி
Auditory ossicle — செவிச் சிற்றெலும்பு
Auditory placode — காதுப்பாளம், காதுத்தடிப்பு
Auditory vesicles — காதுப்பைகள்
Autogamy — தற்கருவுறுதல்
Autolysis — தன் சிதைவு
Autonomisation — தன்னிருப்புரிமையாக்கல்
Autoplastic — தற்பதிவு
Autozooid — ஆட்டோசுவாய்டு
Axial gradient theory — ஊடச்சியலான் ஏற்ற இறக்கப் புனை கருத்து
Axis — ஏக்சிஸ், ஊடச்சு
Axis of the embryo — வளர்கருவின் முன்பின் முனைகள் ஊடே செல்லும் அச்சு
Axon — நரம்பணு வால்

B

Basal plate — கீழ்த் தகடு
Basement membrane — அடிச் சவ்வு
Behaviour — ஒழுகலாறு, பழக்க வழக்கங்கள்
Belly stalk — வயிற்றுக் காம்பு
Bilateral symmetry — ஈரிடைச் செவ்வொழுங்கு
Bio-chemistry — உயிர் வேதியியல்
Bio-chemical reaction — உயிர் வேதியியல் மாற்றம்
Biogenesis — உயிர்வழிப் பிறப்பு
Biogenetic law — உயிர் தோற்ற விதி
Biophysics — உயிர் பௌதிக இயல் அல்லது உயிர் இயற்பியல்
Bipolar cells — இருமுனை உயிரணு
Blastema — திசுவாக வேறுபாடடையாத அரும்புச் செல்கள்
Blastemal stage — உறுப்பு மூல வடிவடையும் பருவம்

Blastocoel — கருக்கோளக் குழி
Blastocyst — கருக்கோளப் பை
Blastoderm — கருக்கோளப் படை
Blastodermic cavity — கருக்கோளப் படைக் குழி
Blastodermic fold — கருக்கோள மடிப்பு
Blastodermic vesicle — கருக்கோளப் பை
Blastopore — கருக்கோளப் புழை
Blastula — கருக்கோளம்
Blepharoblast — பிளிஃபரோபிளாஸ்ட்
Body cavity — உடற்குழி
Body fold — உடல் மடிப்பு
Body form — உடலமைப்பு
Body pineal — பைனியல் உறுப்பு
,, pituitary — பிட்யூட்ரி உறுப்பு
,, post branchial — செவிள் பின் உறுப்பு
Bony matrix — எலும்பிடையீட்டுப் பொருள்
Breathing centre — மூச்சு மையம்
Breeding habits — சேய் வளர்ப்புப் பழக்கங்கள்
Brittle star — ஒடியும் நட்சத்திரம்
Bronchi — மூச்சுப் பிரிகுழாய்
Brooding — அடைகாத்தல்
Buccal cavity — வாய்க் குழி
Bud — அரும்பு, மொட்டு
Budding — அரும்புதல்
Buffer — தாக்கல்

C

Caecum — மூட்டுக் குழாய்
Calcareous material — சுண்ணப் பொருள்
Calcium salts — சுண்ண உப்புகள்
Canalisation — வழிப்படுத்துதல்
Carbohydrates — சர்க்கரை மாவுப் பொருள்கள்
Cartilage — முருந்து
Cartilage bone — குருத்தெலும்பு
Cartilage cells — குருத்தெலும்பு உயிரணுக்கள்
Cartilage matrix — குருத்தெலும்பிடையீட்டுப் பொருள்
Cathode — எதிர் மின்வாய்
Cell — செல்
Cell body — செல் உடல்

Cell division	—	செல் பிரிவு
Cell germ	—	மூல இனச் செல்
Cell mesenchyme	—	மீஸன்கைம் செல்
Cell neuroblast	—	மூல நரம்புச் செல்கள்
Cell specialisation	—	செல் சிறப்பெய்தல்
Cell theory	—	உயிரணுப் புனைகருத்து
Centriole	—	சென்டிரியோல்
Centrosome	—	நடுத்திரள்
Centrolecithal egg	—	மைய மஞ்சள் கருமுட்டை
Cephalic region	—	தலைப் பகுதி
Cephalo caudal	—	தலை வாால்முனை
Cephalization	—	தலையாக்கம்
Central nervous system	—	மத்திய நரம்பு மண்டலம்
Cerebral vesicle	—	பெருமூளைப் பைகள்
Cerebral hemisphere	—	பெருமூளை அரைக்கோளம்
Cerebrum	—	பெருமூளை
Cervix	—	கழுத்து
Characters	—	பண்புகள்
Chemical composition	—	வேதியியல் அமைப்பு
Chemical co-ordination	—	வேதியியல் சமநிலைப்பாடு
Chemical reaction	—	வேதியியல் மாற்றம்
Chitin	—	கைடின்
Choana	—	நாசித்துளை
Cholesteral	—	கொலெஸ்டிரால்
Chondrification	—	குருத்தெலும்பாக்கம்
Chondrium	—	முருந்து
Chorda dorsalis	—	முதுகு நாண்
Chorda mesodermal field	—	நாண் நடு அடுக்குப் பரப்பு
Chordo neuroplasm	—	கார்டோ நியூரோபிளாசம்
Chorion	—	கருப்புற உறை அல்லது கோரியான்
Choroid	—	கரும்படலம்
Chorio allantonic	—	கருப்பைப் புறத்தோல்
Choroid coat	—	குருதிக்குழாய்களையுடைய உறை
Chromomeres	—	வண்ண இழை மணிகள்
Chromosome	—	நிறஉடலி, குரோமோசோம்
Chromatophores	—	நிறமிகள்
Cilium	—	குறு இழை
Cistron	—	செயல் அலகு
Cleavage law	—	பிளவிப்பெருகல் விதிகள்

Cleavage process — பிளவிப்பெருகல் முறை
Cleavage superficial — பரப்பு பிளவிப்பெருகல்
Cleavage types — பிளவிப்பெருகல் வகைகள்
Cloaca — கழிவறை
Coelom — உடற்குழி
Coelom blastula — குழிவுடைக் கருக்கோளம்
Coelom gastrula — சிலோம் காஸ்டுலா, குழியுடைய இருபடைக் கருக்கோளம்
Coelmenterata — குழியுடலிகள்
Collagen — கோலஜன்
Colloidal system — கொலாய்டு மண்டலம்
Columnar epithelium — தூண் போன்ற மேல் தோலிழைமத் திசு
Compact bone — உறுதியான எலும்பு
Competence — திசுத்திறன்
Competition — போட்டி
Concepts — கொள்கைகள், கருத்துகள்
Conjugated protein — இணைக்கப்பட்ட புரதம்
Contact placenta — தொடர்புடைய இணைத்திசு
Constrictions — நெருக்கல்கள்
Copulation path — கலவிப் பாதை
Cornea — விழிவெண்படலம்
Corneagen cells — விழி வெளிப்படலச் சுரப்புச் செல்கள்
Cortex — புறணி
Cortex of kidney — சிறுநீரகத்தின் புறணி
Courtship — காதலூடாட்டம்
Coagulation — உறைதல்
Cross fertilization — அயல் கருவுறுதல்
Crossing over — குறுக்கு எதிர்மாற்றம்
Cuticle — புறத்தோல்
Cycles — வட்டம்; சுழற்சி
Cytochrome — சைட்டோகுரோம்
Cytology — உயிரணுவியல், செல்லியல்
Cytolysis — செல் சிதைவு
Cytoplasm — சைட்டோபிளாசம்
Cytokinesis — செல்லுள் இயக்கம்

D

Dedifferentiation — மாறுபாடடைதல் நீக்கம்
Degeneration — இனச்சிதைவு; கீழ்நிலை நோக்கிய போக்கு

Definition — வரையறுத்தல்
Degree — படி, தரம், அளவு
Dehydrogenase — நீர்க்குறைப்பு நொதி
Dehydrogenaeses — டி ஹைட்ரிஜனேஸ்கள்
Delamination — அடுக்குப் பிரிதல்
Density development — செறிவு வளர்ச்சி
Density gradient — செறிவு வாட்டம்
Density independent — அடர்த்தி சாராத
Dermis — அடித்தோல்
Dermatome — தோல் சார்ந்த கூறு
Determinants — நிர்ணயப் பொருள்கள்
Determinate cleavage — நிர்ணயிக்கப்பட்ட பிளவிப் பெருகல்
Deutoplasm — கருவுணவு
Development — வளர்ச்சி
Dialysis — கலவைப் பிரிப்பு
Diaphysis — எலும்பின் இணைத் தண்டுப் பகுதி
Diencephalon — இடைமூளை
Differentiation — வேறுபாடடைதல் அல்லது மாறுபாடடைதல்
Difficiency — குறைவு
Diffusion — ஊடுருவுதல்
Discoblastula — வளர்கருத் தட்டு
Diploblastic — ஈரடுக்குடைய
Disaccharides — டைசாக்கரைடுகள்
Dista — சேய்மைப் பகுதி
Distribution — பரவல்
Discoidal cleavage — வட்டப் பிளவு
Dissociation — கூட்டுப்பிரிதல்
Divergence — விரிவு
Diverticulum — திறப்பற்ற மழுங்கிய முனை யுடைய நீட்சி
D. N. A. — டி. என். ஏ.
Dominence — ஓங்குதல்
Dominent allele — ஓங்கிய அல்லீல்
Double helix — இரட்டைத் திருகுச் சுழல்
— நாளம்
Duodenum — முன்குடல்

Duplication	—	இரட்டிப்பாதல்
Dye	—	வண்ணம்
Ecdysis	—	மேல் தோல் உரிதல்
Ectoderm	—	வெளியடுக்கு
Ectoderm superficial	—	புறத்தோல்
Ectoderm germ band	—	புறஅடுக்கு மூலப்பட்டை
Ectomesoderm	—	புற நடுஅடுக்கு
Ectoneural	—	புறத்தோல் நரம்பு
Ectoplasm	—	புற உயிர்த்தாது
Effectors	—	தூண்டுதல் வாங்கும் உறுப்புகள்
Echinodermata	—	முட்தோலிகள்
Echinoidea	—	முள்ளுடலி
Egg envelope	—	முட்டை உறை அல்லது சவ்வு
Egg macrolecithal	—	மித கருவுணவு முட்டை
Egg membrane	—	முட்டை உறை அல்லது சவ்வு
Electrolysis	—	மின்னாற்பகுப்பு
Electron microscope	—	மின்னணு நுண்ணோக்கி
Electrophoresis	—	மின்னால் நகர்தல்
Emboly	—	சூல் உள் வளர்ச்சி
Embryo	—	கரு, வளர்கரு
Embryonic axis	—	கரு அச்சு
Embryonic coelom	—	கருவின் உடற்குழி
Embryonic disc	—	கரு வட்டம்
Embryology	—	கருவியல்
Embryology experimental	—	ஆய்வுக் கருவியல் அல்லது செய்முறைக் கருவியல்
Embryonic membranes	—	கருப்படலங்கள்
Embryonic shield	—	கருவின் கவசம்
Emboitment	—	முன்னுக்கக் கோட்பாடு
Enamel	—	பற்சிப்பி
Endocrine gland	—	நாளமில்லாச் சுரப்பி
Endocrinology	—	எண்டோகிரைனாலஜி நாளமில்லாச் சுரப்பியியல்
Endoderm	—	அகத்தோல்
Endoplasm	—	அக உயிர்த்தாது
Endolymphatic duct	—	உள் நிணநீர்க் கால்வாய்
Enterococel	—	குடல்சார்ந்த உடற்குழி

Enteron — குடல்
Entomology — அறுகாலியியல்
Endothelium — குருதிக்குழாய் உட்சவ்வு
Environment — சூழ்நிலை
Enzyme — என்சைம்; நொதி
Enzyme, specificity — என்சைம், தனித்தன்மை
Epiboly — சூல்மேல் வளர்ச்சி
Epidermis — வெளித்தோல்
Epigenesis — எபிஜெனிசிஸ்
Epimere — மேற்கூறு
Epithelium — மேலடுக்கு
Epitoke — எபிடோக்
Equatorial plane — இடைமைய வாட்டம் அல்லது தளம்
Equatorial plate — நடு அல்லது மத்திய அச்சுத்த
Equilibrium — நடுநிலை வகித்தல்
Equal-holoblastic — சம முழுப்பிளவு
Erythrocytes — சிவப்பணுக்கள்
Erythroblasts — எரித்ரோபிளாஸ்ட்கள்
Estrogen — எஸ்ட்ரோஜன்
Ethology — விலங்கினப் பண்பியல்
Evagination — வெளிப்பிதுக்கம்
Evocater — தூண்டி
Exogenous budding — வெளி முகிழ்த்தல்
External gills — புறச் செவுள்கள்
Extremely telolecithal — மிகு கருவுணவு முனை
Experimental method — ஆய்வுமுறை, பரிசோதனை முறை

F

Factors — ஆக்கக்கூறுகள், காரணிகள்
Fatty acids — கொழுப்பு அமிலங்கள்
Fate map — விதி வரைபடம்
Fertilization — கருவுறுதல், கருத்தரித்தல்
Fertilization cone — கருவுறுதல் கூம்பு
Fertilization membrane — கருத்தரிப்புச் சவ்வு
Fertilizin — ஃபெர்டிலைசின்
Fertility — கருத்தரிக்கும் ஆற்றல்
Fermentation — நொதித்தல், புளித்தல்
Foetal membrane — கரு சூழ்படலம்

Fibrin	—	ஃபைபிரின்
Fibroblast	—	நாரியற் உயிரணு
Fibrous connective tissue	—	நார் இணைத் திசு
Fibrous tissue	—	இழைத் திசு
Fibrinogen	—	நார்ப்புரதம்
Fission	—	பிளவு
Flexure	—	வளைவு
Follicle	—	சிறு பை
Follicle cells	—	நுண்பை உயிரணுக்கள்
Follicular cavity	—	நுண் பைப் பள்ளம்
Fore brain	—	முன் மூளை
Fore gut	—	முன் குடல்
Fold, neural	—	முகுளப் பட்டை மடிப்பு
Foetus	—	கரு
Fragment	—	முறிந்த துண்டு (எச்சக் கூறு)
Fructose	—	ஃபிரக்டோஸ்
Frontal bone	—	நெற்றி எலும்பு
Frontal organ	—	முகப்பு உறுப்பு
Frequency	—	அலை அதிர்வின் நிகழ்திறன்

Gall bladder	—	பித்தப் பை
Gamete	—	இனச் செல், இனப் பெருக்கச் செல்
Gametocyte	—	தாய் இனச்செல்
Gametogenesis	—	இனப்பெருக்கச் செல்லாக்கம்
Ganglion	—	நரம்புச் செல்திரள்
Gastrula	—	இரு அடுக்குக்கோளம் அல்லது இருபடைக் கருக்கோளம்
Gastrocoel	—	இரு அடுக்குக் கருக்கோளக் குழி
Gastrulation	—	இரு அடுக்குக் கருக்கோளமாக்கம்
Gel	—	ஜெல், திண்மம்
Gemmule	—	ஜெம்யூல்
Gene	—	மரபணு, ஜீன்
Gene action	—	ஜீன் செயல்
Gene concept	—	மரபணுக்கூற்று அல்லது கொள்கை
Genetic code	—	மரபணுக் குறியீட்டுச் செய்தி முறை

Genetics	— மரபியல்
Gene frequency	— ஜீன்கள் எண்ணிக்கை நிலை
Gene, lethal	— கொல்லும் ஜீன்
Gene linkage	— ஜீன்கள் பிணைப்பு
Gene locus	— ஜீன் நிலையிடம்
Gene mutation	— ஜீன் மியூட்டேஷன், ஜீன் நிலையான திடீர் மாற்றம்
Gene pool	— ஜீன் பொதுச் சேர்மம்
Genetal atrium	— கலவிக் குழி
Genus	— பொதுவினம், இனம்
Germ cell	— இனச்செல், மூலச்செல்
Germinal disc	— இன மூலத்தட்டு
Germinal epithelium	— இனமூல எபிதீலியம்
Germinal phase	— வளர்நிலை
Germplasm	— பால் அணு உயிரியற்பொருள்
Germ ring	— வளர்வளையம் அல்லது மூலம் வளர்வளையம்
Germ wall	— இனமூலச்சுவர்
Germinal vesicle	— இனமூலப் பை
Gills	— செவுள்கள்
Gill bars	— செவுள் காம்புகள்
Gill pouches	— செவுள் பைகள்
Gill slits	— செவுள் பிளவுகள்
Gland	— சுரப்பி
Gland cells	— சுரப்பிச் செல்கள்
Glochidium	— கிளாகிடியம்
Globin	— குளோபின்
Gluconic acid	— குளுகோனிக் அமிலம்
Glycine	— கிளைசின்
Glycogen	— கிளைகோஜன்
Glycolysis	— கிளைக்கால் பிரிதல்
Golgi body	— கோல்கை உறுப்பு
Gonad	— இனப்பெருக்க உறுப்பு
Gonoduct	— இன உறுப்பு நாளம்
Grafting	— ஒட்டுமுறை
Gradient	— சாய்வு வீதம், ஏற்ற இறக்க வட்டம்
Graffian follicles	— கிராஃபியன் நுண்பைகள்
Granules	— துகள்கள்
Growth allometric	— உறவு சார்ந்த வளர்ச்சி
Growth hormone	— வளர் [illegible]ார்மோன்

Gullet — உணவுக் குழல்
Gyri — மேடு
Gynandromorphs — அர்த்த நாரிகள்

H

Haemocoel — குருதிக் குழி
Haemocyanin — ஹீமோசயனின்
Haemoglobin — ஹீமோகுளோபின்
Haemophilia — குருதிப்பற்றுநோய்
Haploid number — ஒற்றை எண்
Haploidy — ஒற்றை மையம்
Hatching — முட்டை பொரித்தல்
Head organizer — உறுப்புத் தூண்டி
Hermophrodite animal — இருபால் விலங்கு
Heteroplastic graft — ஒத்த அமைப்பற்ற ஒட்டு
Heterosis — கலப்பு வீரியம், கலப்புத் திடம்
Heterozygote — ஒவ்வாக் கருமுட்டை
Heterozygous — ஒவ்வாக் கருமுட்டை சார்ந்த
Histochemical — திசுவேதியியல்
Histology — திசுஇயல்
Histogenesis of bone — எலும்புத்திசு உருவாக்கம்
Hind brain — பின் மூளை
Hind gut — பின் குடல்
Holoblastic cleavage — முழுமையுள்ள பிளவிப் பெருகல்
Homogenous — ஒரேமாதிரியான
Homolecithal or isolecithal — கருவுணவு சமமாகப் பரவியுள்ள
Homology — உறுப்பு ஒற்றுமை
Homologous organ — உருவொத்த உறுப்பு
Homoplastic graft — ஒத்த அமைப்பு ஒட்டு
Homoptera — ஒத்த இறக்கையுடையன
Homozygote — ஒத்த கருமுட்டை
Homonucleus — ஒத்த உட்கரு
Hoofs — குளம்புகள்
Hormones — ஹார்மோன்கள்
Horizontal — கிடைக்கோடு
Host — ஓம்புயிர் அல்லது விருந்தோம்பி
Hybrid — கலப்புயிர்

Hydrolase — நீரால் பகுக்கும் நொதி
Hydrolases — ஹைஹட்ரோலேஸ்கள்
Hypertrophy — மிகை வளர்ச்சி
Hypoblast — கீழ் அடுக்கு
Hypodermis — கீழ்த்தோல்
Hypomere — கீழ்க்கூறு
Hyaloplasm — ஹையலோபிளாசம்
Hypophysis — கீழ்வளர்ச்சிப் பகுதி
Hypotonic — குறை செறிவுள்ள
Hypothesis — புனைக் கோட்பாடு

I

Image forming eye — உருவம் உணர்த்தும் கண்
Imago — முதிர்ந்த பூச்சி
Implantation — கரு ஒட்டுதல்
Imulse — உணர்வலைகள்
Inbreeding — உட்கலப்பு
Incubation — அடைகாத்தல்
Independent assortment — தனித்து ஒதுங்குதல்
Inductor — தூண்டி
Induction — தூண்டுதல்
Inhibitors — தடுப்பான்கள்
Immunisation — தடைகாப்பு நிலை
Inner cellmass — உள்ளுயிரணுத்திரள்
Innominate — பெயரற்ற
Insects — அறுகாலிகள்
Insight — உள்நோக்கு
Instinct — இயல்பூக்கம்
Interactants — எதிரெதிர் செயல் விளைவிப்பன
Interaction — பின்னிய செயல் விளைவு
Inter embryonic region — கருவகப் பகுதி
Intestine — குடல்
Interstitial cells — இடையீட்டுச் செல்கள்
Invagination — உட்குழிதல்
Involution — உள் ஊடுருவல்
Ion — அயனி
Ionic concentration — அயனிச் செறிவு
Ionic regulation — அயனிச் சீரமைப்பு
Ionization — அயனியாதல்
Iris — கருவிழிப் படலம்

Irritability — உணர்ச்சித் தூண்டாற்றல்
Isolation — தனிமைப்படுத்தல்
Isolating mechanisms — தனிமைப்படுத்தும் செயல் முறைகள்
Isolecithal — பரவல் கருவுணவு
Isolecithal egg — பரவல் கருவுணவு முட்டை
Isotonic solution — சம அடர்வுள்ள திரவம்
Isotopes — ஐசோடோப்புகள்
Iter — ஐடர்

J

Juvenile feather — இளம் இறகு
Juvenile hormone — இளமை ஹார்மோன்

K

Karyoplasm — உட்கருப் பிளாசம்
Katabolism — சிதை மாற்றம்
Kidney — சிறுநீரகம்

L

Lability — நிலையற்ற
Lactic acid — லாக்டிக் அமிலம்
Lateral — பக்கவாட்டு
Lateral body folds — பக்க உடல் மடிப்புகள்
Lateral fold — பக்க மடிப்பு
Lateral line — பக்கக் கோடு
Lateral line system — பக்கக் கோட்டு உணர்ச்சி உறுப்பு மண்டலம்
Lateral mesoderm — பக்க நடுவடுக்கு
Lateral neurofold — பக்க நியூரல் அல்லது நரம்பு மடிப்பு
Larva — லார்வா அல்லது புழு (அ) வேற்றிள உயிர்
Lagena — லெஜினா
Lethal effect — கொல்லுகின்ற விளைவு
Lens epithelium — வில்லை மேலடுக்கு
Lens — கண் வில்லை
Lens placode — கண் வில்லைப் பாளம் (அ) தடிப்பு
Lethals — கொல்லிகள்

Leucocyte — குருதி வெள்ளையணு
Ligament — பந்தகம்
Limb buds — இணைப்புறுப்பு மொட்டுகள்
Limited potency — வரையறுக்கப்பட்ட செயல் திறன்
Lips of blastopore — கருக்கோளப் புழையின் உதடுகள்
Lipase — லிபேஸ்
Lipids — கொழுப்புகள்
Lipoproteins — கொழுப்புப் புரதங்கள்
Liver — கல்லீரல்
Liver diverticulum — கல்லீரல் பிதுக்கம்
Locomotion — இடம் பெயர்தல்
Longitudinal axis — நீள்வச அச்சு
Longitudinal muscle — நீளப்பாங்குத் தசை
Lung buds — நுரையீரல் மொட்டுகள்
Lymph — நிணநீர்
Lymphoblast — நிண உயிரணு
Lymphocytes — லிம்ஃபோசைட்டுகள்
Lysis — கரைத்தழித்தல்

M

Macromere — பெரிய கருக்கோளச் செல்
Marginal cells — விளிம்புச் செல்கள், ஓரத்துச் செல்கள்
Major gene — பேர்விளைவு ஜீன்
Mammary glands — பால் சுரப்பிகள்
Marrow — ஊன் அல்லது மஜ்ஜை
Matric — எளிதில் உருவேற்கிற
Mating types — புணர் வகைகள்
Matrix — இடையீட்டுப் பொருள்
Maturation — முதிர்ச்சி, பூப்பு
Maxillary — மேல் தாடை
Maxillary process — மேல்தாடைப் புற வளர்ச்சி
Medulla — சிறுநீரக உட்கருப் பகுதி
Medullary fold — மெடுல்லரி மடிப்பு
Melanin — மெலானின்
Melanophore — மெலானின் தாங்கிகள்
Membranous labyrinth — சவ்வுச் சிக்கல்
Meiosis — குன்றல் பிரிவு

Meridional	—	உத்தேச நடு நிரல் கோடு
Meridional plane	—	நீள் மைய வட்டம் (அல்லது) தளம்
Meroblastic	—	நிறைவற்ற பிளவு
Mesencephalon	—	மீசன் செஃபலான்
Mesenchyme	—	மீசன்கைம்
Mesoderm	—	இடையடுக்கு
Mesodermal inductor	—	நடுவடுக்குத் தூண்டி
Mesomere	—	இடைக்கூறு
Mesonephros	—	இடைநிலைக் கழிவு நீரகம்
Mesonephric duct	—	இடைநிலைக் கழிவு நீரக நாளம்
Mesonephric tubules	—	நடுநிலைக் கழிவுறுப்பு நுண் குழாய்கள்
Mesonephric diverticulum	—	நடுநிலைக் கழிவுறுப்புப் பிதுக்கம்
Mesonephrous tissue	—	இடைநிலைச் சிறுநீரகத் திசு
Mesorchium	—	விந்தக இடைச்சவ்வு
Messenger R. N. A.	—	மெஸன்ஜர் ஆர். என். ஏ.
Metamerism	—	கண்டமாய் அமைதல்
Metamorphosis	—	வளர் உருமாற்றம்
Metaphase	—	நடுநாண் நிலை
Mesothelium	—	நடுஅடுக்கு மேல் தோலிழைமம்
Micromeres	—	சிறு செல்கள் (அ) கருக்கோளச் சிறு செல்கள்
Microlecithal	—	கருவுணவு குறைந்த
Microtome	—	துண்டஞ் சீவும் கருவி
Microanalytical	—	நுண் பகுப்பாராய்ச்சி முறையைப் பின்பற்றுகிற
Mid brain	—	இடை மூளை
Mid gut	—	இடைக் குடல்
Migration	—	புலம் பெயர்தல்
Mitochondria	—	மைட்டோ காண்டிரியா
Mitosis	—	மைட்டோசிஸ் அல்லது மறைமுகப் பிரிவு
Mixotropic	—	கலப்புண்ணல்
Mode	—	முறை
Molecule	—	மூலக்கூறு அல்லது அணுத் திரண்மம்
Monocyte	—	இரத்த வெள்ளையணு

Monospermy — ஒரு விந்தணு நுழைவு
Morphogenesis — உருவாக்கம்
Morphogenetic — புற உருவ அமைப்பு
Morphology — புற அமைப்பியல்
Morulla — திண் கருக்கோளம்
Moult — தோலுரித்தல்
Mucopolysaccharide — மியூகோபாலிசாக்கரைடு
Mullerian duct — முல்லீரியன் நாளம்
Multiplication — பெருக்கம்
Multiple alleles — பல்கூட்டு அலீல்கள்
Multiple fission — பன்முறைப் பிரிவு
Multiple genes — பல்கூட்டு ஜீன்கள்
Multipolar — பல்முனை
Mutation — மியூடேஷன், நிலையான திடீர் மாற்றம்
Mutualism — பரிமாற்றம்
Myeloblast — தசை அரும்பு செல்
Myocoel — தசைக்குழி
Myofibrils — தசைநார் நுண்ணிழைகள்
Myotome — தசைத்துண்டம்
Myoneme — நுண் சுருங்கு தசையிழை

N

Nasal capsule — நுகர்ச்சிப் பெட்டகம்
Nematoda — நூல் புழு
Nephrogenic cord — கழிவுறுப்புக் குச்சை (அல்லது) நாண்
Nephrogenous tissue — மூலச் சிறுநீரகத் திசு
Nephrostome — கழிவுறுப்பின் உடற்குழிப் புழை
Neuroblast — நரம்பரும்புச் செல்கள்
Neurula — நரம்புக் குழாயுடைய கருக் கோளம்
Neurulation — நியூரல் குழாய் மாற்றம் (அ) குழலாக்கம்
Neural arches — நரம்புக்குழல் வளைவுகள்
Neural canal — நரம்புக் கால்வாய்
Neural crest — நியூரல் உச்சிப்பகுதி
Neural crest cells — நியூரல் முகட்டுச் செல்கள்

Neural fold — நியூரல் மடிப்பு
Neuroglea — நரம்பிழைத் திசு
Neural groove — நியூரல் பள்ளம்
Neural plate — நியூரல் தகடு (அ) தட்டு
Neurenteric canal — நியூரல்-குடல் கால்வாய்
Neuron — நரம்புயிரணு
Neuromast cells — நரம்புத் தோலிழைம உயிரணுக்கள்
Neuromeres — நரம்புக் கூறுகள்
Neuromotor fibre — இயக்கு நரம்பிழை
Neuropore — நரம்புத்துளை
Neotony — இளமை மாறுநிலை
Neurosensory cells — நரம்புணர்வு உயிரணுக்கள்
Nerve cord — நரம்புத் தண்டு
Nerve impulse — நரம்பியக்கம் (அ) நரம்பு துள்ளல் அலைகள்
Nervous system — நரம்பு மண்டலம்
Node — கணு
Nodule — முண்டு
Notochord — முதுகுநாண்
Notochordal sheath — முதுகுநாண் உறை
Nucleic acid — உட்கரு அமிலம்
Nuclear component — உட்கருப் பொருள்
Nuclear membrane — உட்கருச் சவ்வு
Nuclear transplantation — உட்கரு பெயர்த்து நடல்
Nuclear zone — உட்கரு மண்டலம்
Nucleus — உட்கரு
Nucleolus — உட்கருமணி
Nucleoplasm — உட்கருத்தாது; உட்கருப் பொருள்
Neutral — நடுநிலை
Nymph — அணங்கு (இளம்) (அ) நிம்ஃபு

O

Odontoblast — பற்காழ் கூறுவைச் சுரக்கும் உயிரணுக்கள்
Oesophagus — உணவுக்குழல்
Oesterous — வேட்கை உணர்ச்சி
Oesterous cycle — வேட்கை உணர்ச்சிக் கால வட்டம்

Off-spring — வழித்தோன்றல்கள்
Olfactory bulbs — நுகர்வுக் குமிழிகள்
Olfactory peduncle — நுகர்ச்சிக் காம்பு
Olfactory pit — நுகர்தல் குழி
Ontogeny — கரு வளர்ச்சி
Oocytes — அண்டச்செல்கள் (அ) முட்டைச் செல்கள்
Oogenesis — பெண் இனச்செல் முதிர்வழி
Oogonium — அண்டத் தாய்ச் செல்
Ookinete — அசை முட்டை
Ooplasm — பெண் உயிரணுப் பிளாசம்
Ootid — சினைத் தாயணு
Opercular chamber — செவுள் சூழ் அறை
Operon theory — ஆப்பெரூன் கோட்பாடு
Optic cup — பார்வைக் கிண்ணம்
Optic lobes — பார்வைக் கதுப்புகள் (அ) முகிழ்பு
Optic nerve — பார்வை நரம்பு
Optic recess — பார்வைப் பள்ளம் (அ) பிளவு
Optic stalk — பார்வைக் காம்பு
Optic vesicle — பார்வைப் பை
Ootocoel — விழிப்பைக் குழி
Oral cavity — வாய்க் குழி
Oral plate — வாய்த் தகடு
Oral suckers — வாய் ஒட்டுறுப்பு
Organ — உறுப்பு
Organ forming areas — உறுப்பாகு பகுதிகள்
Organ system — உறுப்பு மண்டலம்
Organic substance — கரிப்பொருள்கள்
Organic — அங்கக (அ) கரிம
Organic material — கரிமப்பொருள்
Organogenesis — உறுப்பாகுதல் (அ) உறுப்பாக்கம்
Organism — உயிரி
Organoid — நுண்உறுப்பு
Orientation — திசையமைவு
Osmtoic pressure — ஊடுகலப்பு அழுத்தம்
Osmosis — ஊடுகலப்பு சவ்வூடு பரவல்
smoregulation — ஊடுகலப்பு ஒழுங்குபாடு
Ossification — எலும்பாக்கம்

Osteoblasts — எலும்பு முகிழ்ப்புகள்
Osteocytes — எலும்புச் செல்கள்
Osteoid — ஆஸ்டியாய்ட்
Otic vesicle — செவிப் பை
Otocyst — செவியின் உட்குழிவான பை
Ootogeny — ஒன்றின் வாழ்க்கை வரலாறு
Ovary — அண்டகம் (அ) அண்டப் பை
Oviducal funnel — அண்டப் புனல்
Oviduct — அண்டநாளம்
Ovicell — பெண் இனச்செல்
Ovigerous cords — அண்டநாள நாண்கள்
Oviposition — முட்டையிடுதல்
Ovisac — முட்டைப் பை
Ovulation — சினையணு உதிர்தல்
Ovulists — முட்டையிலார்
Ovum — முட்டைச்செல் (அ) அண்டம்
Oxidation — உயிர்வழி ஏற்றம்
Oxidases — உயிர்வழியுடை நொதி

P

Pachytene — குறுநாண் நிலை
Palate — மேல்வாய் (அ) அண்ணம்
Pancreas — கணையம்
Parathyro:d gland — தைராய்டு அருகு சுரப்பி
Parietal — தலை உச்சியெலும்பு
Parthenogenesis — கன்னி இனப்பெருக்கம்
Permeability — ஊடுருவ இடந்தரும் இயல்பு
Penis — ஆண்குறி
Penetration path — விந்து துளைப் பாதை
Penetrance — பண்புத் தோய்வு
Plasmolysis — பிளாஸ்மா சுருக்கம்
Plastic — எளிதில் உருவேற்கிற
Plasticity — குழை வியல்பு
Platyhelminthes — தட்டைப் புழுக்கள்
Pleiotropism — பிளியோட்ராபிசம், பல்விளைவு
Plug, cellular — செல் ஆப்பு
Poison — நஞ்சு
Polar — துருவம் சார்ந்த
Polar body — துருவ அணுக்கள் (அ) துருவக் கோள்கள்

Polar capsule — முனை பொதியுறை
Polarity — துருவ ஈர்ப்பு (அ) முனைத்துவம்
Polarization — முனைவு நீக்கம்
Pole animal — உயிர்த்துருவம் (அ) கருவளர் துருவம்
Pole vegetal — ஊட்டத்துருவம் (அ) கரு உணவுத் துருவம்
Polian vesicle — பொலியன் சிறு பை
Poly embryony — பல் கருவுறுதல்
Polygene — ஜீன் கூட்டு
Poly peptide chain — பல பெப்டைடு சங்கிலி
Poly ploidy — பல்மயம்
Poly sperm — பலவிந்து நுழைவு
Position effect — இட விளைவு
Post anal gut — மலவாய்ப் பின்குடல்
Posterior appendage — பின் துணையுறுப்பு
Potency — ஆற்றல்
Potencial energy — சேமிப்பு ஆக்கம், சக்தி
Periblast — கருசூழ்ப் பகுதி
Pericardium — இதய உறை
Pericardial cavity — இதயம் சூழ்வெளி
Perichondrium — குருத்தெலும்பு மேற்சவ்வு
Periderm — சுற்றுத்தோல்
Perilymph — வெளி நிணநீர்
Periosteum — எலும்பு மேற்சவ்வு
Peristalsis — தன்னியக்கத் தசைச் சுருக்க அலைகள்
Peritonial fold — அடிவயிற்றுச் சவ்வு மடிப்பு
Perivitelline space — விட்டலைன் சவ்வு சூழ் இடைவெளி
Phagocytes — கழிவு உண்ணிகள்
Phenotype — புறத்தோற்றத் தன்மை
Phylogeny — இன வளர்ச்சி
Pharynx — தொண்டைப்பாகம்
Pharyngeal glands — தொண்டைச் சுரப்பிகள்
Pharyngeal pouches — தொண்டைப் பைகள்
Physiology — உடற்கூறு செயலியல்
Physico-chemical — இயற்பியல்-வேதியியல்
Pigment cells — நிற உயிரணுக்கள்
Pigmentation — நிறமாக்கம்

Pineal gland	—	பினியல் சுரப்பி
Pituitary gland	—	பிட்யூட்டரி சுரப்பி
Placenta	—	பிளாசன்டா
Placode	—	மூலத்தட்டுத் தடிப்பு
Plasma	—	பிளாஸ்மா
Plasma membrane	—	பிளாஸ்மாச் சவ்வு
Potentiality	—	இயல்திறம்
Preformation	—	முன்னுருக்கம்
Preformation theory	—	முன்தோன்றல் கொள்கை
Preoral gut	—	வாய்முன் குழி
Presumptive	—	முன்னோடி
Presumptive centre	—	முதலமை பகுதியின் மையம்
Primary	—	முதனிலை
Primary optic vesicle	—	முதனிலைக் கண் பை
Primary spermatocyte	—	முதனிலை விந்து அணுச்செல்
Primitive	—	புராதன
Primitive gut	—	மூலாதார உணவுக்குழல்
Primitive groove	—	கருமூல வளர்ச்சிப் பள்ளம்
Primordial germ cell	—	மூலாதாரப் பாலணுக்கள்
Proamnion	—	பன்னீர்க்குட முன்பாகம்
Proctodaeum	—	மலவாய்க்குழி
Pronephros	—	முதனிலைக் கழிவுறுப்பு
Pronephric chamber	—	முதனிலை கழிவு நீரக அறை
Pronephric duct	—	முதனிலைக் கழிவுறுப்பு பெருங் குழாய்
Prophase	—	முதல்நிலை
Prosopyle	—	உள்செல்-குழல்துளை
Prostate gland	—	புரோஸ்டேட் சுரப்பி
Prospective neural tube	—	முதன்மை நரம்புக்குழாய் (அ) எதிர்கால நரம்புக்குழாய்
Protein	—	புரதப்பொருள்
Protoplasm	—	உயிர்மூலப் பொருள் (அ) புரோட்டோபிளாசம்
Protozoan	—	ஓர் உயிர் அணு
Proximal	—	அண்மைப் பகுதி
Pterygota	—	இயற்கையுடையன
Polocyte	—	போலோசைட்
Pupa	—	கூட்டுப்புழு, பியூப்பா
Pupil	—	கண்பாவை
Purine	—	பியூரின்

Q

Qualitative changes — பண்புக்குரிய மாறுபாடுகள்

R

Radial symmetry — ஆரவொழுங்கு
Radiation — கதிர்வீசல் (அ) கதிர் இயக்கம்
Radioactive carbon — கதிர்இயக்கக் கார்பன்
Random fertilization — போக்குப்படி கருவுறுதல்
Range — வீச்சு
Rates, respiratory — சுவாசவீதம்
Rate of cleavage — பிளவு வீதம்
Reaction — எதிர்வினை
Reactants — எதிர்வினைவுறுத்திகள்
Recapitulation — மறுமீட்பு (அ) மரபுமலர்ச்சி
Recapitulation theory — ரீகாபிசுலேஷன் கோட்பாடு (அ) மறுமீட்புக் கொள்கை
Receptors — ஏற்கும் திறமுடைய உறுப்புகள்
Rectum — மலக்குடல்
Recon — மாறிஇணையும் அலகு
Red bone marrow — சிவப்பு எலும்பு மஜ்ஜை
Reduction — குறைப்பு
Reduction division — குன்றல் பிரிவு
Regenerate — திரும்பவைக்கும் கூறு
Region — திணை நிலப்பகுதி, பரப்பெல்லை
Regulation — ஒழுங்குபடுத்துதல்
Regulative egg — நெறிப்படுத்தும் முட்டை
Regional differentiation — பகுதி மாற்றங்கள்
Regeneration — மறுவளர்ச்சி, இழந்ததை மீட்டல்
Replacement — பதில் வைப்பு
Reproduction, differential — எண்ணிக்கை வேறுபடுத்தும் இனப்பெருக்கம்
Reproductive cells — இனவிருத்தி யணுக்கள்
Reproductive system — இனவிருத்தி மண்டலம்
Respiratory system — சுவாச மண்டலம்
Response — மறுவினை
Retina — கண்திரை
Rhesus factor — ரீஸஸ் கூறு (அ) காரணி

Ribosomal R.N.A. — ரைபோசோம் ஆர்.என்.ஏ.
R.N.A. — ஆர்.என்.ஏ.
Rods — குச்சிகள், கோல்கள்
Rostrum — அலகு (அ) முகப்பு
Rudimentary — உறுப்பு வளர்ச்சி பெறாத
Ruminants — அசைபோடுவன

S

Salinity — உப்புத் தன்மை
Satellites — துணைக்கோல்கள்
Scales — செதில்கள்
Sciatic plexus — பின்கால் நரம்புத் திரட்டு
Sclerotic coat — ஸ்கிலிரோட்டிக் உறை
Sclerotome — கடினத் துண்டம்
Sea-urchin — கடல்முள் உடலிகள் (அ) கடல் அர்ச்சின்
Secondary embryo — துணைநிலை வளர்கரு
Secondary oocyte — இரண்டாம்நிலை அண்டச்செல்
Secondary spermatocyte — இரண்டாம் நிலை விந்துசெல்
Secretory cell — சுரக்கும் செல்
Secretory tubule — சுரப்பு நுண்குழாய்
Secretion — சுரப்பு
Segments — கண்டங்கள்
Segmentation or metamerism — உடற்கூறுபாடு
Segmentally arranged — ஒருசீராயமைந்த அமைப்பு
Segmentation cavity — கருக்கோளக் குழி
Shaft — எலும்பின் இணைத்தண்டுப் பகுதி
Shelf — தட்டு
Self-fertilization — தன் கருவுறுதல்
Seminal vesicle — விந்துப் பை
Seminiferous tubule — விந்தக நுண்குழாய்
Semipermeability — தேர்வு ஊடுருவல்
Senescence — முதுமைத் தளர்ச்சி
Sense organs — உணர் உறுப்புகள்
Septum — தடுக்கு
Serosa — கருசூழ் நீர்ப்பைப் புறத்தோல்
Serotoli cells — செர்டோலி உயிரணுக்கள்
Serum — சீரம்
Sexual cycle — பாற்கால வட்டம்

Sex organs	—	பாலுறுப்புகள்
Sickle cell anaemia	—	வளைந்த செல் அனீமியா
Skeletal system	—	எலும்பு மண்டலம்
Skin	—	தோல்
Small intestine	—	சிறுகுடல்
Somite	—	துண்டம்
Somatic	—	உடல்சார்ந்த
Somatoplasm	—	உடலியல் உயிர்ப் பொருள்
Somatic cells	—	உடற்செல்கள்
Somato mesoderm	—	உடற்சுவர் நடுவடுக்கு
Sol	—	பாய்மம் (அ) சால்
Specific gravity	—	வீத எடைமானம்
Spectrum	—	நிறநிரல்
Species	—	இனம்
Sperm	—	விந்து
Sperm duct	—	விந்து நாளம்
Spermatid	—	விந்தணு
Spermatogenesis	—	ஆண் இனச்செல் முதிர் வழி
Spermatogonia	—	தாய் விந்து செல்கள்
Spermatheca	—	விந்து சேர் பை
Spermatozoa	—	விந்தணு
Spicules	—	நுண் முட்டைகள்
Spindle fibre	—	கதிர்நார்
Spiral valve	—	சுருள் வால்வு
Splanchnic mesoderm	—	குடல்சார் நடுத்தோல்
Spleen	—	மண்ணீரல்
Stain	—	வண்ணமிடல்
Standard solution	—	அளவான கரைசல்
Star-fish	—	நட்சத்திர மீன்
Stero-chemical	—	திட்பக் காட்சி சார்ந்த வேதியியல்
Stomach	—	இரைப்பை
Stomodaeum	—	வாய்ப்பகுதி
Stratification	—	அடுக்கமைவு
Stratum corneum	—	கார்னீய அடுக்கு
,, germinativum	—	உயிர்மம் தோன்றுமடுக்கு
,, intermedium	—	இடையடுக்கு
Strobilization	—	பகுப்புத் தொடர்பெருக்கம்
Substrate	—	வினைபடு பொருள்
Subspecies	—	உள்ளினம்

Supporting tissue — ஆதாரத் திசு
Supravital staining — முக்கிய மேலோங்கு நிறத் தோய்வு
Switch gene — மாற்றும் ஜீன்
Symbiosis — இணைவாழ்வு
Synapsis — இணைதல்
Syncitium — பலகரு செல்திரள்
Syngamy — இனச் செல் ஐக்கியம் (அ) ஒரு செல் உயிரி ஐக்கியம்

T

Tail bud — வால் மொட்டு
Tail fold — வால் மடிப்பு
Tad pole — தலைப்பிரட்டை
Teat — முலைக்காம்பு
Telophase — கடைநிலை
Telencephalon — டெலென் செஃபலான்
Telolecithal — கருவுணவு ஒரு முனையில் பரவியுள்ள
Telolecithal egg — கருவுணவு ஒரு முனையில் பரவியுள்ள முட்டை
Telomeres — கடைத்துணுக்கு
Testis — விந்தகம், விந்துச் சுரப்பி
Test-cross — சோதனைப் புணர்ச்சி
Template — மூலப்படிவம்
Temporal muscle — கன்னப் பொட்டெலும்புத் தசை
Tendon — இணைக்கும் தசை நாண்
Theory — புனை கருத்து
Theory of development — வளர்ச்சிக் கோட்பாடு
Theory of epigenesis — புத்துருவாக்கப் புனை கருத்து
Theory of evolution — படி மலர்ச்சிக் கருத்து
Theory of preformation — முன்னுருவாக்கப் புனை கருத்து
Threshold — தொடக்க நிலை
Thrombin — திராம்பின்
Thrombocytes — திராம்போசைட்டுகள்
Thigmataxis — திடப்பொருள் நோக்கி வளைதல்
Thymus — தைமஸ்
Thyroxin — தைராக்ஸின்

Thorax — மார்பு
Topography — இடவியல்பு விளக்க விபரம்
Torsion — முறுக்கம்
Totipotent — முழுசெல் திறன்
Toxic — நச்சு
Toxin — நச்சுப் பொருள்கள்
Transformation — உருமாற்றம்
Transfer R.N.A. — டிரான்ஸ்ஃபர் ஆர்.என்.ஏ.
Transplant — மாற்றுப் பதிவுப்பொருள்
Transplantation — மாற்றிப் பொருத்துதல்
Transitory — நிலையுறுதியற்ற
Trypsin — டிரிப்சின்
Triplet code or codon — முக்கோட்டு, மூன்று குறியீடு
Trabecula — உறுப்பின் ஆதாரப்புற வளர்ச்சி
Tubulation — குழாய்மாற்றம், குழலாக்கம்
Tympanum — செவிப்பறை
Tympanic cavity — செவிக்குழி

U

Ultracentrifugation — தீவிர மையவிலக்குச் சுழல் பகுப்பு முறை
Ultra structure — நுண்ணமைப்பு
Ultra violet rays — மின் ஊதாக் கதிர்கள்
Unequal cleavage — சமமில்லாப் பிளவு
Unequal holoblastic cleavage — சமமில்லா முட்டை முழுப் பிளவு
Unstriped or non-striated muscle — வரியில்லாத்தசை
Unicellular — ஒற்றை செல்லுள்ள
Unipolar — ஒரு முனை
Upper jaw — மேல்தாடை
Ureter — சிறுநீர்க் குழாய்
Ureteral bud — சிறுநீர்க் குழாய் அரும்பு
Urinary bladder — சிறுநீர்ப் பை
Uriniferous tubule — சிறுநீரக நுண்குழாய்கள்
Uric acid — யூரிக் அமிலம்
Urinogenital system — சிறுநீரக இனப்பெருக்க மண்டலம்

Uterus — கருப்பை
Utriculus — காதின் மேற்பை

V

Vacuole — குமிழ்
Vagina — புணர்குழை
Vascular tissue, — குழாய்த் திசு
Vasdeferens — விந்துநாளம்
Vasaefferentia — விந்து நுண் நாளங்கள்
Vegetal hemisphere — உணவு முனை அரைவட்டம்
Vegetal pole — ஊட்டத்துருவம், கருவுணவுத் துருவம்
Veliger — வெலிஜர்
Ventral — வயிற்றுப் பக்கம்
Vestigeal — கருத்தடையான, எச்சமான
Viterous humour — விட்ரியஸ் ஹியூமர்
Vitreous body — கண்ணுடிபோன்ற உடல்
Vitelline membrane — வைட்டலின் படலம்
Viscosity — பாகுத்தன்மை
Voluntary control — தன்னிச்சைக் கட்டுப்பாடு
Vulva — புணர் குழைப்புழை

W

Watson-crick model — வாட்சன்-கிரிக் மாதிரி
White matter — வெள்ளைப் பொருள்
Wolffian body — உல்ஃபியன் திரள்
Wolffian duct — உல்ஃபியன் நாளம்

X

Xenoplastic graft — அயல் ஒட்டு

Y

Yolk — மஞ்சள் கரு, யோக், கருவுணவு
Yolk duct — கருவுணவுக் கால்வாய்
Yolk gland — மஞ்சட்கரு சுரப்பி; கருவுணவுச் சுரப்பி
Yolk plug — கருவுணவு அடைப்பான்
Yolk nucleus — கருவுணவு-உட்கரு

Yolk sac	—	கருவுணவுப் பை
Yolk sac endoderm	—	யோக் பை அக அடுக்கு
Yolk sac placenta	—	கருவுணவுப் பை தாய் சேய் இணைப்புத் தசை
Yolk stalk	—	கருவுணவுக் காம்பு

Z

Zone marginal	—	விளிம்புப் பகுதி, ஓரத்துக்குரிய மண்டலம்
Zone of differentiation	—	வேறுபாடடையும் பகுதி (அ) மண்டலம்
Zone of junction	—	இணைக்கும் பகுதி
Zone of over growth	—	மிகையான வளர்ச்சிப் பகுதி
Zygote	—	கருமுட்டை
Zygotene	—	இணை நூல் நிலை